



# LUND UNIVERSITY

## Glottografisk frekvensindikering

Kitzing, Peter

1979

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Kitzing, P. (1979). *Glottografisk frekvensindikering*. [Doktorsavhandling (monografi), Laryngoesofagologi, allergi och livskvalitet]. Lunds universitet.

*Total number of authors:*

1

### General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117  
221 00 Lund  
+46 46-222 00 00

Från Öronkliniken, Malmö, Lunds Universitet.

GLOTTOGRAFISK FREKVENSIKERING (GFI).  
En undersökningsmetod för mätning av  
röstläge och röstomfång samt framställ-  
ning av röstfrekvensdistributionen.

Peter Kitzing

Malmö 1979



But as for certain truth, no man has known it,  
Nor will he know it; neither of the gods,  
Nor yet of all the things of which I speak.  
And even if by chance he were to utter  
The final truth, he would himself not know it:  
For all is but a woven web of guesses.

Xenophanes (cit. från Popper, 1963)



Innehållsförteckning	sida
Innehållsförteckning	5
1. Presentation och sammanfattning	9
2. Bakgrund. Metodologiska överväganden.	13
3. Projektets övergripande syfte	14
4. Behov.	14
5. Tidigare undersökningar av talröstens grundtonfrekvens ( $F_0$ ).	15
6. Problematiken vid bestämning av talröstens grundtonfrekvens ( $F_0$ )	22
7. Glottografisk frekvensindikering (GFI), en undersökningsmetod för mätning av röstläge och röstomfång samt framställning av röstfrekvensdistributionen.	27
8. Jämförelse mellan mätning och skattning av röstläget.	34
8.1. Bakgrund och syfte.	34
8.2. Lyssnargrupp.	35
8.3. Röstexempel.	35
8.4. Testband.	36
8.5. Skattning av röstläget	36
8.6. Resultat	40
8.7. Regressionsanalys av resultaten och diskussion av denna.	40
8.8. Variansanalys av resultaten och diskussion av denna.	41
8.9. Egenskaper hos röstexemplen som påverkat skattningsresultaten.	44
8.10. Resultaten av upprepad röstlägesskattning och diskussion av dessa.	45
8.11. Konklusion.	45
9. Jämförelse mellan mätning och skattning av röstomfånget.	47
9.1. Bakgrund	47
9.2. Syfte och metod.	51
9.3. Resultat och diskussion.	53
9.4. Konklusion.	55
10. "Normalvärden" för röstläge och -omfång.	56
10.1. Tidigare undersökningar.	56
10.2. Röstlägets beroende av åldern.	60
10.3. Egna undersökningar: Försökspersoner och registreringar.	64
10.4. Resultat och diskussion.	64
10.5. Sammanfattning. Konklusion. Framtida studier.	65
11. Skilda variablers inverkan på röstläge och -omfång.	67

	sida
11.1. Utsagans språkliga utformning. Högläsning jämförd med fritt tal.	67
11.1.1. Tidigare undersökningar.	67
11.1.2. Egen undersökning. Försökspersoner och genomförande.	69
11.1.3. Resultat av den egna undersökningen.	70
11.1.4. Diskussion.	74
11.1.5. Konklusion.	75
11.2. Inverkan av textinnehållets emotionella kvalitet på röstläge och -omfång.	77
11.2.1. Bakgrund och tidigare undersökningar.	77
11.2.2. Egen undersökning. Syfte och uppläggning.	80
11.2.3. Resultat och diskussion.	82
11.2.4. Konklusion.	86
11.3. Situationsupplevelsens inverkan på röstläge och röstomfång.	87
11.3.1. Bakgrund och tidigare undersökningar.	87
11.3.2. Egen undersökning. Syfte.	91
11.3.3. Försökspersoner.	91
11.3.4. Texter och genomförande.	92
11.3.5. Resultat.	94
11.3.6. Diskussion.	95
11.3.7. Konklusion.	97
11.4. Effekten av röstänsträngning på röstläge och -omfång.	98
11.4.1. Bakgrund. Tidigare undersökningar. Syfte med egen undersökning.	98
11.4.2. Försökspersoner.	100
11.4.3. Genomförande.	100
11.4.4. Resultat.	103
11.4.5. Diskussion.	109
11.4.6. Konklusion.	112
12. Röstläge och -omfång vid kliniska fall av dysfoni.	113
12.1. Röstläge och -omfång vid funktionell dysfoni.	113
12.2. Röstläge och -omfång vid organisk dysfoni till följd av benigna larynxförändringar.	117
12.3. Röstläge och -omfång vid larynxcancer och förstadier till denna.	121
12.4. Röstläge och -omfång efter viriliserande hormonbehandling.	124

	sida
13. Röstläge och -omfång före och efter logopedisk röst- behandling. Metod för objektivering av behandlings- resultat.	128
13.1. Bakgrund. Syfte.	128
13.2. Försökspersoner.	130
13.3. Fältinspelningar av spontantal på arbetsplatsen och genomförande av röstbelastningsprov. Röstfrekvensanalyser.	130
13.4. Resultat.	131
13.5. Diskussion.	148
13.6. Konklusion.	153
14. Outline and Summary.	155
Tack	159
Litteratur	160
Appendices	177





## 1. Presentation och sammanfattning

I föreliggande arbete redovisas en serie studier med syfte att introducera en ny metod för bestämning av röstens grundtonfrekvens vid löpande tal. Metoden är i första hand avsedd att användas i samband med den kliniska undersökningen av foniatriska patienter samt för en bedömning av effekten av logopedisk och laryngologisk terapi. Metoden siktar till att ersätta tidigare gängse subjektiva skattningar av röstläget med objektiv mätning. Den fungerar genom en elektroglottografisk detektering av de fonatoriska periodlängderna och en matematisk bearbetning i mikrodator av erhållna periodlängdsdata. Av dessa avvisas en del såsom sannolikt icke relevanta för tonhöjdsupplevelsen före den slutliga beräkningen av mätresultaten. Dessa består av en digital indikering av ett frekvensmedelvärde (Hz) och röstomfånget ( $P_{15}$ -avvikelsen, uttryckt i halvtonsteg) i det analyserade talet samt framställning av ett röstfrekvens-histogram, vars staplar motsvarar halvtonsklasser. Analysen sker i realtid.

Efter inledande kapitel med en framställning av projektets bakgrund och syfte samt en diskussion av behovet av en klinisk metod för objektiv röstfrekvensbestämning följer i kapitel 5 en översikt över tidigare metoder för bestämning av talröstens grundtonfrekvens, av vilka nära nog samtliga ter sig mer eller mindre olämpliga för det här avsedda kliniska ändamålet. - I kapitel 6 påtalas några av de principiella och praktiska problemen vid bestämning av den frekvens som närmast motsvarar upplevelsen av tonhöjd i en talröst, en upplevelse som ingalunda i första hand är beroende av grundtonen. Denna kan helt saknas eller vara maskerad i den akustiska talsignalen, vilket försvårar grundfrekvensmätningar från denna. Analysen kan dessutom störas av kraftiga formantresonanser. Vid en periodlängddetektering direkt från källsignalen, på vilket den elektroglottografiska metoden är ett exempel, uppkommer problemet att vissa perioder ger upphov till upplevelse av förändrad röstkvalitet snarare än tonhöjd och därför bör avvisas från röstlägesmätningen.

Efter en metodbeskrivning i kapitel 7 följer i kapitel 8 en redogörelse för jämförande röstlägesbestämningar genom mätning och genom en lyssnargrups skattning, genomförda för att pröva metodens validitet. Lyssnargruppen, som bestod av tolv erfarna terapeuter, förmådde reproducera sina resultat vid upprepad röstlägesskattning av 10 röster med en rest-retest-reliabilitet motsvarande  $r = 0,996$  och en genomsnittlig differens av 0,53 %. Den genomsnittliga interindividuella variationen vid röstlägesskattningen av enskilda röster var dock så hög som  $s = 12,7$  %. Vid inalles 516 skattningar av röstläget

erhölls ett i genomsnitt 0,42 halvtonsteg (2,5 %) lägre röstläge än vid motsvarande mätningar, en skillnad som saknade signifikans. Resultaten visade sig bero av såväl talarnas som lyssnarnas kön, och i vissa kombinationer erhölls signifikanta skillnader mellan mät- och skattningsresultaten. Det totala resultatet av undersökningen ger dock stöd för uppfattningen, att mätmetoden fungerar i avsett syfte.

I kapitel 9 redovisas en liknande metodprövning men med avseende på röstomfånget vid tal. Då monotoni är ett symptom vid åtskilliga framför allt neurologiska sjukdomar har röstomfånget troligen större allmänmedicinskt intresse än röstläget. Undersökningen försvårades av att resultaten från mätning och skattning inte såsom vid röstlägesbestämningar kunde uttryckas i samma mått. I stället fick bedömarna använda en egen subjektiv skala för röstomfång. Härvid uppvisade de relativt dålig överensstämmelse vid upprepad skattning ( $r = 0,64$  för tio röster) och överensstämmelsen mellan mätning och skattning av röstomfånget var ävenledes moderat med en rangkorrelation  $r_s = 0,55$ . Resultaten kan anses ha visat, att tillförlitliga bestämningar av röstomfånget vid tal inte kan erhållas genom subjektiv skattning, men att den föreslagna metoden för glottografisk frekvensindikering sannolikt kan fylla behovet av objektiva röstomfångsregistreringar i kliniska sammanhang.

Även om det snarast är de intraindividella förändringarna av röstfrekvensparametrarna hos enskilda patienter som tilldrar sig det största intresset vid den kliniska verksamheten, genomfördes en serie normativa studier på hela grupper av informanter. I den första av dessa (kap. 10) framlägges efter en tabellarisk översikt över resultaten från tidigare undersökningar ett förslag till "normalvärden" för röstläge och -omfång, baserat på registreringar av 51 manliga och 141 kvinnliga vuxna röstfriska talare:

Röstläge för män:  $110 \pm 15$  Hz; för kvinnor:  $195 \pm 20$  Hz.

Röstomfång för män:  $6 \pm 1$  halvtonsteg;

för kvinnor:  $5,5 \pm 1,5$  halvtonsteg.

Som mått på röstomfång har här använts  $P_{15}$ -avvikelsen, vilket ungefär motsvarar  $\pm$  en standarddeviation vid normalfördelad distribution. - Den genomsnittliga variationen vid upprepade bestämningar av röstläget var ca. 2 % hos båda könen. Motsvarande genomsnittliga variation av röstomfånget var 4 % hos männen och 2 % hos kvinnorna.

I kapitel 11 redovisas olika yttre variablers inflytande på röstfrekvensparametrarna. I motsats till åtskilliga andra undersökningar erhölls inga skill-

nader beträffande röstläget mellan högläsning av en prosatext och fritt tal. Ej heller hade den emotionella karaktären i en uppläst text någon påtagligare inverkan på röstfrekvensparametrarna hos en grupp av 31 kvinnliga försökspersoner. Klara skillnader framkom emellertid vid förändringar inte endast av texten utan av hela den kommunikativa situationen, då en grupp försökspersoner fick gestalta en roll i en tämligen aggressiv dialog. Jämfört med talet vid högläsning av en neutral prosatext höjdes härvid röstläget med 1,5 halvtoner och omfånget ( $P_{20}$ -avvikelsen) ökades med likaledes 1,5 halvtoner. De enskilda försökspersonernas ändring av röstfrekvensparametrarna visade sig emellertid korrelera föga med graden av ökad emotionalitet i utsagan, sådan denna uppfattats av en liten lyssnargrupp. Detta kan förklaras med att emotionaliteten kan ha uttryckts även med andra medel än förändringar av röstläget och -omfånget, såsom t.ex. genom ökad intensitet eller genom förändring av tidsberoende drag i talsignalen. Slutligen undersöktes vid fältstudier direkt på arbetsplatsen inflytandet av röstanssträngning på röstläget och -omfånget. Vid 55 registreringar omedelbart efter arbetsdagens slut erhöles inga signifikanta skillnader jämfört med motsvarande registreringar före arbetets början. Vid röstanssträngning i samband med undervisning i en lekhall registrerades dock en 30 - 80 procentig höjning av röstläget och en vidgning av röstomfånget ( $P_{15}$  -avvikelsen) med 4,5 halvtonsteg. - Som bifynd i de här relaterade studierna konstaterades den sannolika effekten av tobaksrökning i form av en sänkning av framför allt det kvinnliga röstläget.

Kapitel 12 innehåller en redogörelse för resultaten från röstfrekvensundersökningar av 244 foniatriska patienter. Hos 105 fall av funktionell dysfoni framkom inga systematiska avvikelser från normalvärdena för röstfrekvens och -omfång, men efter logopedisk röstbehandling hade röstomfånget ( $P_{15}$  - avvikelsen) ökat signifikant hos båda könen med genomsnittligen 1/4 tonsteg, en terapieffekt som kvarstod hos de patienter som registrerats vid en halvårskontroll. Vid undersökning av 91 fall med organisk dysfoni till följd av benigna larynxförändringar erhöles efter kirurgisk behandling en avsevärd höjning av röstläget (11 %) framför allt hos kvinnliga patienter, vilket innebar en normalisering av deras tidigare patologiskt sänkta läge. En jämförelse av röstfrekvensparametrarna mellan fall av larynxcancer och förstadium till denna gav inte helt oväntat inga som helst skillnader beträffande fonationsfrekvensen, något som understryker nödvändigheten av att aldrig förlita sig på det auditiva intrycket av röstklängen vid misstanke på larynxcancer. Slutligen illustrerades metodens utmärkta användbarhet för att objektivt följa fall av endokrin dysfoni vid behandling med viriliserande hormoner. Härvid

noterades tvärt emot förväntningarna en förhöjning av patologiskt sänkta röstlägen efter logopedisk röstbehandling, men denna terapieffekt syntes vara av övergående natur.

Bristen på objektiva sjukdomskriterier är besvärande vid handläggningen av patienter med funktionell dysfoni, vars röst under lugna kliniska undersökningsförhållanden ej sällan fungerar relativt normalt. I kapitel 13 framläggas ett förslag att registrera röstläget under inverkan av belastning såsom ett objektiva sådant kriterium. Vid en mindre pilotstudie av spontant röstbeteende under belastning på arbetsplatsen registrerades en sänkning av röstläget med 7 % efter logopedisk terapi. En större patientgrupp med funktionell dysfoni (19 män och 33 kvinnor) undergick belastningsprov i form av överrösttande av vitt brus (70 dB SPL) under 30 minuter. Jämfört med registreringarna före logopedisk röstbehandling erhöles inga signifikanta förändringar av röstläget vid läsning i lugn miljö och omedelbart efter belastningens insättande. Efter 15 och 30 minuters belastning inträdde emellertid starkt signifikanta skillnader i form av en högre röstlägesförhöjning före terapin än efter densamma. Före behandlingen uppvisade patienterna en omedelbart efter belastningen kvarstående signifikant röstlägesförhöjning, medan läget återgick till den ursprungliga nivån i lugn omgivning efter behandlingen. En stor interindividuell variation i de relaterade resultaten förhindrar än så länge att draga alltför vittgående slutsatser beträffande enskilda fall. Genom att hålla röstintensiteten under kontroll torde det vara möjligt att nedbringa den interindividuell spridningen, så att metoden även i enskilda fall kan fungera som en objektiv mätare av röstens kondition, i överensstämmelse med andra arbets- och belastningsprov inom den kliniska fysiologin.

## 2. Bakgrund. Metodologiska överväganden.

Diagnostiken av röstrubbningar liksom utvärderingen av behandlingsresultat bygger för närvarande i stor utsträckning på subjektiva undersökningar. Resultaten påverkas av undersökarens varierande skicklighet vid observationen, vid tolkningen av denna och vid den språkliga beskrivningen av fynden. Deras karaktär förblir kvalitativ. Det är en allmän uppfattning, att bristen på objektiva undersökningsmetoder inom foniatrin är stor.

Följande egenskaper har uppfattats såsom viktiga kriterier på en kliniskt användbar, o b j e k t i v undersökningsmetod. Den skall ge kvantitativa resultat. Dessa skall vara minst lika väl reproducerbara vid upprepade undersökningar av samma material (test-retestrelabilitet) som de subjektiva resultat, som uppnåtts av erkänt skickliga kliniska undersökare. Resultaten från en objektiv metod skall dock vara oberoende av den enskilde undersökarens skicklighet. Validiteten skall ha prövats. Detta kan ske genom att visa, att de med den objektiva metoden registrerade resultaten ansluter till resultaten av relevanta subjektiva kliniska undersökningar. En viktig förutsättning för klinisk användbarhet är slutligen att kostnader och tidsåtgång hålls inom rimliga gränser.

### 3. Projektets övergripande syfte.

Målet för undersökningarna har varit att utveckla en metod för objektiv registrering av åtminstone en parameter i talet, nämligen röstfrekvensen, och att pröva metoden med avseende på reliabilitet, validitet, känslighet för inverkan av bl. a. utsage- och situationsbetingade variabler samt inte minst den kliniska användbarheten.

### 4. Behov.

Den ungerske foniatern J. Hirschberg har genomfört en enkätundersökning från foniatriskt verksamma läkare i Europa, redovisad i referaten från Europeiska Foniaterunionens kongress i Weimar, oktober 1977. Bl. a. frågades efter vilka elektroakustiska metoder som av foniatrerna uppfattades som viktiga för praktisk klinisk rutinverksamhet. Av 10 svarsalternativ erhöll registreringen av talets grundtonfrekvens flest röster (20 av 21 avgivna svar), närmast följd av perturbationsundersökningar (16 röster).

En kvalitativ subjektiv skattning av röstläget ingår i nästan varje klinisk röstbedömning (Gundermann & Grützmacher, 1970). Dessa skattningar är inte alltid enkla och måste ofta ge ganska ungefärliga resultat (Winckel, 1974). Inskränkning av röstomfånget - monoton - utgör en betydande komponent vid flertalet former av dysartri. Bedömningar härav är för närvarande mycket osäkra, då de endast kan grundas på den enskilde undersökarens personliga uppfattning. Röstbehandling siktar vanligen på att modifiera bl.a. röstläget och -omfånget. Resultaten av terapiarbetet värderas för närvarande huvudsakligen på grundval av subjektiva bedömningar, då användbara objektiva registreringsmetoder saknas.

## 5. Tidigare undersökningar av talröstens grundtonfrekvens ( $f_0$ ).

Bestämningen av talsignalens grundtonfrekvens är förknippad med stora principiella och praktiska problem (Fry, 1968; Schroeder, 1966; Crystal, 1969; jfr. även nedan, kap. 6). Örats förmåga att diskriminera näraliggande tonhöjder är å andra sidan så högt utvecklad, att man t.ex. vid frekvensnivåer omkring 1 000 Hz under bestämda betingelser förmår urskilja så små skillnader som tre Hertz. Det är därför naturligt, att röstfrekvensbestämningar i praktiken ofta genomförs genom auditiv skattning, vanligen genom jämförelse med en referenston från stämgaffel eller musikinstrument (Flatau & Gutzmann, 1906; Böhme & Hecker, 1970; Gundermann & Grützmaker, 1970).

I en historik över de tidigaste instrumentella metoderna att studera talförloppet anger Smith (1955), att den första ljudregistrerande maskinen konstruerades 1855 i Frankrike av Scott. Grammofonens föregångare, fonografen, patenterades av Edison 1877. Redan året därpå rapporterades en experimental-fonetisk användning av den nya uppfinningen av Jenkin och Ewing, som lyckades registrera en bläckskriven kurva av en på fonografen insjungen vokal. De första registreringarna från struphuvudet under pågående tal publicerades av Rosapelly, 1876, som samtidigt avledde tre kymogram, nämligen från näsan, munnen och larynx (Smith, 1955).

Under decennierna kring sekelskiftet var röstfrekvensregistreringar synnerligen tidskrävande, då de måste grundas på manuell periodlängdmätning och logaritmering. Härvidlag innebar Meyer's konstruktion av en logaritmerande mätapparat (1911) en avsevärd arbetsbesparing och modifierade former av denna apparat användes i det fonetiska forskningsarbetet till långt in på 1950-talet (Kloster - Jensen, 1958).

De tidigaste experimentella undersökningarna av röstfrekvensen grundades på larynxkymogram som erhållits med hjälp av en gummislang från struphuvudet, ansluten till en skrivkapsel. Larynxkymogrammet ersattes vid slutet av 1920-talet av ljudspåret på ljudfilmer eller av skrivare som monterats på högtalare (Smith, 1955). I USA började ungefär samtidigt utvecklingen av den fonofotografiska (Metfessel, 1926) eller fotofonellografiska metoden (Cowan, 1936), som med modifikationer kom att användas ända till mitten av 1960-talet i bl.a. de klassiska röstfrekvensstudierna av Fairbanks (1938 - 49). Registreringarna utgick i denna metod från ljudspåret på en grammofonskiva. En liknande registrering utgör oscillogram av den akustiska talsignalen, vilka bildat underlag



för röstfrekvensstudier av bl.a. Canter (1963) och Chevrie-Muller & al, (1971 och 1973).

Eftersom den manuella utmätningen av fonellogrammen eller oscillogrammen var utomordentligt tidskrävande, tvingades man att begränsa röstfrekvensanalysen till mycket korta talavschnitt. Uppfinningen av en direktskrivande intonationsmätare av Grützmacher och Lottemoser (1937, 1938) innebar därför en betydande lättnad (Bethge, 1957; Kloster-Jensen, 1958). Konstruktionen av en liknande apparat rapporterades samma år (1937, 1938) av Obata & Kobayashi, och sedan dess har många vidareutvecklingar av samma konstruktionsprincip publicerats (Dempsey, 1950; Luchsinger & Dubois, 1963; Winckel, 1963; Risberg, 1966; Frökjaer Jensen, cit. fr. Fry, 1968; Dolansky & al, 1971; Chevrie-Muller & Decante, 1973). Enligt denna princip detekteras grundtonen i talsignalen efter bortfiltrering av övertonerna med hjälp av lågpasfiltrering. Apparaten genererar därpå en utsignal som i något avseende, t.ex. betr. spänningen, varierar med den detekterade grundtonfrekvensen och kan driva en skrivarenhet, där höjden i en uppritad intonationskurva anger storleken av den uppmätta grundtonfrekvensen.

Eftersom det totala intonationsomfånget hos en och samma talare ej sällan överstiger en oktav, kan i samma analyserade talavschnitt frekvensen hos första övertonen vid en tidpunkt komma att sammanfalla med grundtonfrekvensen vid en annan. Det är då omöjligt att genom lågpasfiltrering samtidigt acceptera en högfrekvent grundton och att eliminera en överton av samma frekvens, särskilt som intensiteten hos övertonen genom resonansförstärkning i ansatsröret vid artikulationen av vissa vokaler kan avsevärt överstiga intensiteten hos grundtonen. Registreringar av övertonen i stället för grundtonen syns på intonationskurvan i form av s k oktavsprång, vilka kan avvisas vid en visuell granskning av kurvan. Intonationsskrivarna är dessutom vanligen utrustade med variabla lågpasfilter, som kan anpassas efter den för tillfället analyserade rösten, så att man i allmänhet kan erhålla användbara intonationskurvor, förutsatt ett tillräckligt bra signal-brusförhållande i den analyserade signalen.

Underlag för beräkningar av röstfrekvensdistributionen kan erhållas från intonationskurvan genom att med ett bestämt tidsintervall företa upprepade mätningar av frekvensen, men såväl mätningar som beräkningar blir mycket tidskrävande. För att möjliggöra en datorisering av dessa processer har man sökt

eliminera den ovan beskrivna nödvändigheten av manuellt filterintervall och visuell granskning. Detta har i allmänhet skett med hjälp av ett antal parallellkopplade lågpasfilter, vars gränsfrekvenser ökar i steg om ca. 1/2 oktav. Signalen från det mest lågfrekventa exciterade filtret accepteras som grundtonssignal, digitaliseras och bildar grundval för de anslutande beräkningarna. För detta ändamål måste data tidigare först överföras till hålkort (Hollien & Tamburrino, 1965 c) eller hålremsa (Chevrie-Muller & Decante, 1973), men med hjälp av mikroprocessorer har det på sistone blivit möjligt att företa beräkningarna i direkt samband med grundfrekvensdetekteringen och i realtid (Fedders & Schultz-Coulon, 1975; Frökjaer-Jensen, 1978). Med apparatur av den här beskrivna typen, Holliens Fundamental Frequency Indicator och Chevrie-Mullers *Mélographe*, genomfördes stora normativa studier av röstfrekvensdistributionen (jfr. även avsnitt 10.1). Nödvändigheten att hålstansa data före de statistiska beräkningarna nedsatte dock dessa metoders användbarhet i klinisk praxis. Tekniska svårigheter vid grundtonfrekvensanalys med hjälp av parallellkopplade lågpasfilter har diskuterats av Joffe (1976).

Grundtonfrekvensen kan bestämmas även med utgångspunkt från en akustisk spektralanalys av talsignalen. En sådan kan erhållas t.ex. genom tersfilteranalys, vilket dock i allmänhet innebär en alltför grov uppdelning av frekvensnivåerna, eller genom bildandet av differensstoner till sinustoner av känd frekvens, ett förfarande som benämnes "Suchtonanalyse" enl. Grützmacher och är mycket tidskrävande (Winckel, 1952). Vanligast är emellertid spektrogram enligt Visible Speech principen (Potter & al., 1947), som torde vara mest känd under sin kommersiella beteckning "sonagraf". I detta förfarande styr intensiteten på olika frekvensnivåer i talsignalen graden av svärtning hos sonagrammönstret som framställs inom ett koordinatsystem med en horisontell tidsaxel och en vertikal frekvensaxel. Vid användning av vida bandpassfilter, i allmänhet 300 Hz, blir tidskonstanten tillräckligt låg för att de enskilda glottisexcitationerna av ansatsröret skall komma till avbildning i form av vertikala strimmor i sonagrammet, från vilka grundtonfrekvensen i princip kan beräknas. Bestämningarna blir dock osäkra, speciellt vid högre grundtonfrekvenser. En elegantare metod är att uppge den goda tidsupplösningen i sonagrammet till förmån för en bättre frekvensupplösning genom val av smalare bandpassfilter, vanligen 45 Hz. Härvid framställs deltonerna som smala frekvensband i sonagrammet, och det är i allmänhet enkelt att bestämma grundtonfrekvensen vid en viss tidpunkt genom att mäta avståndet mellan ett antal övertoner och att dividera resultatet med det antal övertonsintervall som har uppmätts. Denna metod har den betydande fördelen, att den liksom den mänskliga hörseln kan be-

stämma grundtonfrekvensen även om talsignalen helt skulle sakna energi på denna frekvensnivå. Liksom utmätningen av intonationskurvor är den dock alltför tidskrävande för att kunna användas i klinisk rutinverksamhet för bestämning av röstfrekvensdistributionen.

Inom telekommunikationstekniken kan föreligga ett behov att hushålla med den tillgängliga kanalkapaciteten för signalöverföring. I detta syfte kodas den komplexa talsignalen vanligen om i ett antal skilda signaler, som för sin gemensamma överföring kräver en mindre bandbredd än den ursprungliga talsignalen. Den använda apparaturen benämnes "vocoder" (Schroeder, 1966). Den skall efter överföringen av signalen även kunna resyntetisera talet till en för mottagaren acceptabel kvalitet. Detta var omöjligt till början av 1960-talet, då vocoders förlänade talet en mycket störande "elektrisk accent". En av orsakerna var att problemet med grundtonsdetekteringen i talsignalen inte lösts på ett tillfredsställande sätt, något som utlöste betydande forskningsinsatser. Utvecklingen kan sägas ha följt tre principiellt olika vägar; dels användningen av väletablerade matematiska metoder för kurvanalys; dels någon form av datastyrd elektronisk beslutsfattning, vilket i princip motsvarar den ovan beskrivna visuella kontrollen av intonationskurvan; och slutligen en elektronisk simulering av den grundtonsdetektering med utgångspunkt från smalbandspektrrogram som ovan beskrivits, och som är genomförbar även om grundtonen saknas i talsignalen.

De matematiska analysmetoderna bygger på att tonhöjdsupplevelsen är fasoberoende. Den komplexa talvågen kan t.ex. genom Fourier-analys omvandlas till ett frekvensspektrum, från vilket grundtonfrekvensen extraheras, vilket kan ske i realtid med moderna smalbandsanalyser (Harris & Weiss, 1963; Oppenheim, 1970). Grundtonfrekvensen kan matematiskt separeras från övertonfrekvenserna genom s.k. cepstrum-omvandling, varvid det ursprungliga spektrat logaritmeras och åter spektralanalyseras (Noll, 1964, 1967). Metoden har gett utmärkta resultat även vid ofördelaktiga signal-brusförhållanden men kräver p.g.a. de komplicerade matematiska beräkningarna stor datorkapacitet. En viss förenkling synes möjlig genom distorsion av centrala frekvenser i talsignalen, s.k. center-clipping, och åtföljande "clipstrum-analys" (Noll, 1968)

En annan form för grundtonfrekvensdetektering är att låta en dator träffa beslut angående periodlängden utifrån övrig information i den komplexa talsignalen. Detta kan ske med hjälp av statistiska sannolikhetsberäkningar baserade på angränsande kurvförlopp genom autokorrelation (jfr. t.ex. Sondhi,

1968; Lukatela, 1973; Markel, 1973 a och b; Moser & Kittel, 1976), automatiserad mönsterigenkänning (eng. automatic pattern recognition, Meo & Righini, 1971) eller linjär prediktion (Atal & Hawauer, 1971). Eller också kan detekteringen utgå från den kombinerade informationen av flera - vanligen sex - samtidiga frekvensmätningar med relativt enkla instrument, varvid ett "majoritetsbeslut" bestämmer det slutliga resultatet, en metod som benämnes "parallell processing" (Gold & Rabiner, 1969). Slutligen kan för grundtonfrekvensdetekteringen det förhållandet utnyttjas, att talsignalens totala energiinnehåll ökar språngvis i det ögonblick ansatsröret exciteras (Maissis, 1973).

Den tredje principen för datoriserad grundtondetektering i kommunikationstekniska sammanhang bygger på det förhållandet, att grundtonfrekvensen överensstämmer med frekvensdifferensen mellan två angränsande övertoner. Genom att mäta samtliga i signalen förekommande deltoner och beräkna den största gemensamma skillnaden dem emellan kan grundtonfrekvensen bestämmas. En liknande metod är att bestämma deltonernas periodlängd och att beräkna den minsta gemensamma nämnaren. För att finna de nämnda storheterna upprättas frekvenshistogram som underkastas matematisk analys, "harmonic product spectrum" (Miller, 1968 och 1970; Schroeder, 1968). Med en något annorlunda metod bestäms frekvensen för den starkaste deltonen inom ett visst begränsat frekvensområde, varpå datorprogrammet söker läget för deltonerna av närmast högre och lägre ordningsnummer. Metoden kräver förekomsten av åtminstone två närliggande deltoner i signalen ("harmonic identification", Snow & Hughes, 1969). - Gemensamt för de här uppräknade telekommunikationstekniska metoderna för detektering av grundtonen i talsignalen är att de kräver avsevärd datorkapacitet och att programmen ofta är så omfattande, att metoderna inte fungerar i realtid, så att deras användbarhet i kliniska sammanhang blir begränsad. För en mera ingående beskrivning av de uppräknade metoderna hänvisas till Schroeder, 1970, samt även Mc Kinney, 1965.

De hittills beskrivna metoderna för grundtonfrekvensmätning bygger på en analys av hela talsignalen, vars konfiguration bestäms av såväl excitationsvågen från glottis som modulationen av denna signal i ansatsröret. Eftersom grundtonfrekvensen överensstämmer med frekvensen hos glottisvibrationerna utgör registreringar av enbart källsignalen ett utmärkt underlag för bestämning av grundtonfrekvensen. Detekteringen av glottisvibrationernas periodlängd kan t.ex. ske med hjälp av en kontaktmikrofon fäst utanpå strupen strax under sköldbröskets nedre kant (Plant, 1960; Sugimoto & Hiki, 1960 och 1963). Metoden innebär i princip ett utnyttjande av halsens mjukdelar som akustiskt

filter, vilket avvisar de artikulatoriska komponenterna i talsignalen och ger en förbättring av signal-brus förhållandet med åtminstone 20 dB jämfört med en luftmikrofon (Tjernlund, 1964). Vid stor glottisarea och tunt mjukdelsslager på halsen, dvs företrädesvis hos magerlagda, storväxta män, kan modulations-effekter från ansatsröret dock påverka signalen från kontaktmikrofonen och leda till artefakter i grundtondetekteringen. Andra metoder att registrera källsignalen är inversfiltrering (Lindqvist, 1965 och 1970; Rothenberg, 1972; Koike & Markel, 1975), den här använda elektroglottografin (jfr. nedan, kap. 7), ljusglottografi (Sonesson, 1960; Kitzing & Sonesson, 1974 och Kitzing, 1977. Jfr även fig. 6.1) samt ultraljudglottografi (Holmer & al., 1975 och 1978; Hamleth, 1972). Registreringar av den glottala periodlängden erhålles dessutom vid high-speed filmning (se t.ex. Soron, 1967, och där citerad litteratur) och högfrekvenskänslig subglottisk tryckmätning (Kitzing & Löfqvist, 1975 b). Ljus- och ultraljudglottografin liksom high-speed filmning och den högfrekvenskänsliga tryckmätningen omnämnes mest för att fullständiga framställningen. Registreringen av periodlängden är i dessa fall närmast att betrakta som en bieffekt vid sidan om metodernas egentliga ändamål.

Sammanfattningsvis kan konstateras, att någon helt invändningsfri och allmänt användbar metod för mätning av talröstens grundtonfrekvens knappast existerar. Utnyttjandet av de olika metoderna har därför i stor utsträckning rättat sig efter användningsområdena. Dessa kan lämpligen delas in i fyra olika sektorer: en där tidsaspekten på grundtonvariationerna är av stort intresse; en där grundtonsdetekteringen behövs för kodning av talsignalen; en där insamlandet av normativa data angående röstfunktionen är angeläget; samt slutligen en tillämpad medicinsk, där röstfrekvensen studeras för att bilda underlag för diagnostiska bedömningar och värderingar av behandlingseffekter.

De tidsbundna variationerna av talröstens grundton studeras framför allt inom fonetiken. Vid dessa registreringar av intonationsförlopp är de relativa förändringarna och studiet av bestämda, återkommande mönster av betydligt större intresse än de absoluta måtten för röstfrekvensen som sådan (Crystal, 1969; Atkinson, 1976). För detta ändamål användes numera allmänt de direktskrivande intonationsmätarna, där grundtonen extraheras från talsignalen genom lågpassfiltrering (t.ex. Bruce, 1977) eller detekteras elektroglottografiskt från glottisvibrationerna (laryngograf, jfr. nedan, kap. 7). Stora intonationsundersökningar har också grundats på sonografiska analyser (t.ex. Hadding-Koch, 1961). Framställningar av intonationsförloppet som tidsberoende fenomen användes dessutom för att ge visuellt stöd vid handledningen av dem som talar med bristfällig intonation eller avvikande röstläge, dvs. i

talterapi åt döva samt i uttalsundervisningen vid inläring av sekundärspråk (Coyne, 1938; Lindner, 1955/56; Knudsen, 1959; Anderson, 1960; Martony, 1966 och 1968; Holbrook & Meador, 1969; Dolansky & al., 1971; Moore & Holbrook, 1971; Pisani, 1971; Abberton & Fourcin, 1972; Larnert & Kitzing, 1977; Gårding & Bannert, 1978). Registreringen av tidsberoende grundtonsvariationer är av intresse även i musikvetenskapliga sammanhang för automatisk notuppteckning som vanligen sker med datorer (Sundberg & Tjernlund, 1971; Larsson, 1977),

Grundtondetektering för kodning av talsignalen förekommer som tidigare nämnts främst inom vocodertekniken och i syfte att utnyttja tillgänglig kanalkapacitet så effektivt som möjligt. Ett likartat användningsområde är talsyntesen. De metoder som används är genomgående att räkna till den komplicerade datorteknik som ovan skisserats. Vocoderteknik har också använts för att återställa den naturliga klangen i disordererat tal från djupdykare och vid konstruktionen av talhjälpmedel åt syn- eller hörselhandikappade, som kan ha nytta av antingen tids- eller frekvenskompression.

Vid normativa studier av röstfunktionen saknar de intonationsberoende tidsmässiga frekvensvariationerna i allmänhet betydelse. Vad som intresserar här är registreringar av vissa persongrupper röstfrekvensdistribution vid olika tillstånd, t.ex. sjukdom eller emotionell påverkan, liksom även undersökningar av det fysiologiska och musikaliska röstomfånget. De första röstfunktionsstudierna med inriktning på grundtonsfrekvensen genomfördes med hjälp av mycket tidskrävande mätningar från oscillogramkurvor eller liknande. De direktskrivande intonationsmätarna som bygger på bandpassfiltrering innebar inte så stor arbetsbesparing vid denna typ av forskning, då man från intonationskurvan fortfarande måste företa manuella frekvensmätningar. Möjligheten att digitalisera och matematiskt bearbeta mätresultaten med datorteknik gav först förutsättningarna för undersökningar av större persongrupper, varvid Holliens arbeten varit banbrytande (för litteraturreferenser hänvisas till kap. 10 - 12).

Ett fjärde användningsområde är den kliniska foniatriska verksamheten, där man för bestämningar av röstläget och -omfånget hos enskilda patienter i praktiken hittills mest varit hänvisad till auditiva skattningar, och där den här föreslagna metoden för glottografisk frekvensindikering förväntas kunna fylla en funktion.

## 6. Problematiken vid bestämning av talröstens grundtonfrekvens ( $F_0$ ).

Vid den auditiva bedömningen av röster är tonhöjden (eng. pitch) en viktig egenskap vid sidan om ljudstyrkan och kvaliteten. Variationer i tonhöjden förmedlar betydande såväl språklig som icke-språklig information. Den språkliga informationen kan delas in i segmentell och suprasegmentell, av vilka den förra endast kommer till användning i tonspråken, där skillnader i tonhöjd utgör distinkt drag mellan fonem. De suprasegmentella tonhöjdsvariationerna överensstämmer med satsmelodin eller intonationen. Även en stor del av talsignalens icke-språkliga information förmedlas genom tonhöjdsvariationer. Den är oftast mindre medveten än det språkliga meddelandet och ger vanligen en del upplysning om talaren, såsom t.ex. hans stämmningsläge och emotionella reaktion till den aktuella utsagan (paralingvistisk information) eller hans ålder, kön, hälsotillståndet hos hans talorgan, etc. (extralingvistisk). Det är denna senare, extralingvistiska aspekt på tonhöjden som tilldrar sig störst intresse vid den kliniska röstbedömningen. Avvikelser betr. tonhöjden kan nedsätta talets acceptabilitet. Tonhöjden torde slutligen vara en betydelsefull faktor i talarens upplevelse av sin egen röst, även om detta är svårt att särskilja från andra upplevelsekvantiteter, såsom t.ex. graden av ansträngning.

Tonhöjden är en subjektiv upplevelse hos lyssnaren och kan som sådan i princip inte objektiveras. Det psykologiska fenomenet tonhöjd har sin fysikaliska motsvarighet i grundtonfrekvensen, en akustisk kvalitet. Sambandet mellan dessa är inte helt entydigt. Tonhöjdsupplevelsen bestäms t.ex. inte enbart av tonens frekvens utan i viss utsträckning även av dess intensitet. Detta gäller dock mest för sinustoner och i extrema frekvensområden och torde inte nämnvärt påverka tonhöjdsupplevelsen av talsignaler. Det är inte nödvändigt, att den akustiska signalen innehåller energi på grundtonens frekvensnivå för att en tonhöjdsupplevelse motsvarande denna frekvens skall komma till stånd (Schouten, 1940). Resultaten av vissa psykoakustiska undersökningar tyder på att frekvenserna hos den tredje, fjärde och femte övertonen har ett dominerande inflytande på tonhöjdsupplevelsen, men hur denna kommer till stånd är ännu inte helt klarlagt (Wightman & Green, 1974).

Talsignalen är en kvasiperiodisk akustisk signal, där egenskaperna hos de tonande avsnitten bestäms av rösten, stämläpparnas tongeneratorfunktion och artikulationen, resonatorfunktionen hos ansatsröret. Talsignalens grundtonfrekvens överensstämmer med stämläpparnas vibrationsfrekvens. Vid utvecklingen av en kliniskt användbar metod för bestämning av talröstens grundtonfrekvens

är det önskvärt, att registreringarna så nära som möjligt anknyter till tonhöjdsupplevelsen eller den skattade röstfrekvensen, eftersom det är lyssnarens upplevelse som bestämmer acceptabiliteten liksom den även traditionellt ligger till grund för diagnostiska och terapeutiska värderingar i kliniska sammanhang. Vid stora skillnader mellan tränade lyssnares skattning och en apparativ registrering uppkommer kravet på ingående prövning av registreringsmetodens validitet.

Vissa skillnader måste dock accepteras, bl.a. av följande skäl. Vi vet inte vilka segment i talet som lyssnare tar mest hänsyn till vid skattning av röstläget eller den typiska tonhöjdsnivån i en röst. Det kan vara den genomsnittliga tonhöjden, den oftast förekommande, den vid emfas eller någon annan. Dessutom kan variationer i källsignalens periodicitet och konfiguration tänkas påverka subjektiva skattningar och objektiva mätningar på olika sätt. Uppgiften att finna en kliniskt användbar metod för bestämning av talröstens grundtonfrekvens rymmer således flera problem, som kan sammanfattas i två komplex: ett som sammanhänger med att tonhöjdsupplevelsen inte entydigt grundas på grundtonfrekvensen och ett som sammanhänger med att periodlängdsvariationer i röstsignalen beroende på sin art kan uppfattas antingen som förändringar av röstläget eller av kvaliteten.

Som tidigare nämnts fungerar tonhöjdsupplevelsen tillfredsställande oberoende av signalstyrkan på grundtonnivån. Grundtonen kan vara maskerad av buller, den kan också ha förlorat energi genom dämpning i ansatsröret. Artikulationen av vokaler med lågfrekvent första formant kan å andra sidan och främst hos kvinnliga röster leda till en så kraftig förstärkning redan av första övertonen, att dennas intensitet betydligt överstiger grundtonens. Att detta leder till betydande, ännu inte helt tillfredsställande lösta problem vid bestämningen av grundtonen ur den akustiska talsignalen har tidigare nämnts (s. 16; jfr. även Fry, 1968). Därför har i den här föreslagna metoden valts att överge den genom artikulationen modulerade akustiska talsignalen och att söka detektera frekvensen hos källsignalen direkt från struphuvudet. Detta har skett genom elektrogloggografisk registrering av stämläpparnas vibrationer, men liknande registreringar kan även genomföras med kontaktmikrofon. En förutsättning för denna typ av  $F_0$ -detektering är givetvis, att den registreras från talaren direkt. Den lämpar sig inte för  $F_0$ -analys av elektroakustiska signaler, t.ex. från radiosändningar, inspelade tonband etc.

Frågan om tillfredsställande  $F_0$ -registrering är emellertid inte helt löst



genom glottografisk (eller annan) periodlängddetektering från källsignalen. Orsaken är den, att svängningsperioderna från glottis inte endast ligger till grund för tonhöjdsupplevelsen utan också i hög grad påverkar det auditiva intrycket av röstens klangkvalitet. Denna kan i extremfall utgöras av buller utan bestämd regelbunden frekvens, något som inte upptäcktes vid ren periodlängddetektering. Röstkvaliteten kan också präglas av s.k. knarr (eng. vocal fry), vilket är en fysiologisk fonationsform, som av vissa forskare karakteriserats som ett särskilt register (Hollien, 1974).

En knarrande röstkvalitet är vanlig framför allt i obetonade avsnitt av talet och vid frasslut. Röstklngen är härvid ofta så nedsatt, att knarret uppfattas som ett patologiskt fenomen, som måste bli föremål för röstterapi. En kontinuerligt knarrande röst kan verka tröttande på lyssnaren och nedsätta talets acceptabilitet. Tidiga high-speed filmningar av stämläpparnas svängningar vid knarr avslöjade plötsliga omkastningar i vibrationsmönstret från en regelbunden till en "synkoperad" rytm med dubbla glottisöppningar följda av långa slutettider. Dessa förändringar av svängningsmönstret kunde uppträda abrupt från en vibrationscykel till nästa och visades vid eltroakustiska mätningar leda till en halvering av grundtonfrekvensen (jfr. Bowler, 1964). Den speciella röstkvaliteten vid knarr sattes i samband med dubbleringen av glottisöppningarna och företeelsen benämndes "dikrotisk dysfoni" (Moore & von Leden, 1958; Timcke & al., 1958 och 1959. Jfr. även fig 6.1). Denna uppfattning fick emellertid överges, sedan det vid ytterligare analys av high-speed filmer och av periodlängdsmätningar från oscillogram samt genom talsyntesexperiment visats, att dubbleringen av glottisöppningen inte är någon nödvändig förutsättning för uppkomsten av knarrkvaliteten (Wendahl & al., 1963 b). Snarare kunde Coleman (1963) vid avlyssningsexperiment visa, att knarrupplevelsen beror på graden av dämpning mellan glottispulserna. Om signalamplituden för enskilda pulser tilläts sjunka mer än 42 till 44 dB bedömdes kvaliteten alltid som knarrande, medan detta intryck aldrig uppstod vid en sänkning på 30 dB och mindre. Förutom av denna dämpning mellan enskilda pulser karakteriseras knarrkvaliteten av följande kriterier: låg frekvens (typiskt ej över 80 Hz) och låg intensitet med begränsad dynamik; relativ förkortning av stämläpparna, som är tjockare än vid jämn röstklang; en betydande nedsättning av luftflödet genom glottis, dock utan systematiska förändringar av det subglottiska trycket (Hollien & al., 1966, 1968, 1974; Allen & Hollien, 1973).



Fig. 6.1. Samtidig registrering av ljusglottogram (1), elektroglottogram (2) och mikrofonsignal (3), som illustrerar bristande periodicitet hos glottisvibrationerna vid röstknarr. (Egen registrering av kvinnlig patient med funktionell röstrubbing, 46 år.)

"Knarrförändringar" i periodkonfigurationen hos källsignalen kan ändra den detekterade periodlängden utan att tonhöjdsupplevelsen påverkas (Noll, 1967). Vad en observant lyssnare snarare noterar är förändringen av röstens kvalitet. En grundtonfrekvensregistrering grundad på ren periodlängdsdetektering kommer i sådana fall att ge andra frekvensvärden än vad som motsvarar den skattade tonhöjden. En liknande problematik föreligger vid sådan heshet som beror på bristande periodicitet i källsignalen. Röstkvaliteten kännetecknas härvid av ett lågfrekvent bullerinslag och brukar ibland beskrivas som "skrovlig" (eng. vocal roughness eller harshness). Det har visats, att denna röstkvalitet såväl auditivt som genom elektroakustiska registreringar kan skiljas från knarrkvaliteten (Michel & Hollien, 1968 a och b). En viss aperiodicitet i källsignalen är å andra sidan nödvändig för att talet skall klinga naturligt (Lieberman, 1961 och 1967). En ökning av periodlängdvariationen från cykel till cykel leder emellertid till intryck av allt starkare bullerinslag i signalen (Wendahl, 1966 a). Coleman och Wendahl (1967) kunde vid avlyssningsexperiment visa, att stora avvikelser från en regelbunden kurvperiodicitet men med kort duration upplevs som mindre "skrovliga" (rough) än mindre sådana oregelbundenheter av större varaktighet. Vid andra liknande experiment framkom, att snabba amplitudvariationer (eng. shimmer) ger ett auditivt intryck av buller av liknande slag som periodlängdsvariationer (eng. jitter) och att dessa fenomen är systematiskt relaterade till varandra (Wendahl, 1966 b). Registreringar med ljudsynkroniserad high-speed filmning har visat, att periodlängdsperturbatio-

ner återspeglar dels kvalitativa oregelbundenheter i stämläpparnas svängningsmönster, dels tidsmässiga variationer i vibrationernas periodlängd (Lieberman, 1963). Oregelbundenheterna eller perturbationerna ökar vid sjukdomstillstånd i struphuvudet, och man har sökt utnyttja perturbationregistreringar för att kvantifiera patologiska fonationsformer (se t.ex. Lieberman, 1963; Iwata & Leden, 1970; Neil, 1977; Wechsler, 1977).

Problemet är nu att de oregelbundna glottisvibrationer som ger upphov till en bullerupplevelse vid periodlängdsdetekteringen registreras likadant som de regelbundna som förmedlar intryck av tonhöjd, en svårighet som antytts redan av Roussetot (1897 och 1901). Vid utnyttjandet av periodlängdsdetektering för en grundtonfrekvensregistrering som skall anknyta till tonhöjdsupplevelsen bör således hänsyn tagas endast till de (kvasi-)periodiska svängningar som förmedlar en sådan upplevelse. Aperiodiska svängningar, som snarare förmedlar ett intryck av buller, dvs. påverkar upplevelsen av kvalitet snarare än tonhöjd, bör på något sätt förhindras från att påverka mätresultaten. Motsvarande gäller de ovan diskuterade "knarr-perioder" som ger en halvering av fonationsfrekvensen.

Eftersom såväl "buller-" som "knarrperioder" vanligen är avsevärt längre än de i fördelningen normalt förekommande, är en lösning att avvisa samtliga frekvenser i signalen som faller under ett visst tröskelvärde. Enstaka rapporter om ett sådant förfarande föreligger i litteraturen, även om det ingalunda är allmänt brukligt (Risberg, 1961; Bowler, 1964; Hecker & Kreul, 1971; Linke, 1973). Att problemet inte har uppmärksamrats mera allmänt i tidigare röstfrekvensstudier hänger troligen samman med att de flesta undersökningar utgått från normal klingande röster med endast obetydligt inslag av knarr eller buller. För att utesluta artefakter vid grundtonfrekvensregistreringen av patologiska röster har Chevré-Muller (1975) föreslagit, att avvisa de mätvärden som avviker mer än en oktav från medelvärdet för den undersökta frekvensdistributionen, under förutsättning att frekvensens duration i signalen inte översteg 100 ms. Däremot avstod han från den mera traditionella metoden att avvisa mätvärden utanför konfidensintervallet  $\pm 2$  standard-deviationer, då den vid monotona röster med litet omfång tenderade att eliminera sådana värden som rimligen fortfarande borde räknas med till fördelningen.

Nödvändigheten att avvisa vissa periodlängddata vid röstfrekvensregistreringen blev uppenbar även vid utvecklingen av den här beskrivna metoden. Elimineringen sker emellertid mera flexibelt utifrån kriterier i den detekterade distributionen. Reglerna härför kommer att anges i metodbeskrivningen i följande kapitel.

7. Glottografisk frekvensindikering (GFI), en undersökningsmetod för mätning av röstläge och röstomfång samt framställning av röstfrekvensdistributionen.

Den i detta arbete föreslagna undersökningsmetoden består i princip av en elektroglottografisk registrering av stämbandsvibrationernas periodlängd och en matematisk behandling av erhållna mätvärden. De under en bestämd observationstid erhållna periodlängdsvärdena inverteras och grupperas till tonfrekvensklasser, som kan skrivas ut i form av ett histogram. Av detta framgår de olika tonfrekvensklassernas procentuella andel i den totala observationstiden. Som centralvärde för den i histogrammet framställda distributionen av frekvensvärden beräknas det aritmetiska medelvärdet. Detta värde får respresentera det med metoden uppmätta "objektiva" röstläget. Som variationsmått har efter prövning av olika alternativ valts det antal klasser av halvtonsteg som omsluter femtonde t.o.m. åttiofemte percentilen av den registrerade distributionen. Denna  $P_{15}$ -avvikelse får representera det med metoden uppmätta "objektiva" röstomfånget.

Vid elektroglottografisk registrering ledes en svag, högfrekvent växelström från två metallektroder på halsens utsida genom vävnaderna. Strömmen moduleras bl.a. av glottisvibrationerna. Den modulerade signalen registreras på oscilloskop eller med bläckskrivare i form av ett s.k. elektroglottogram. Metoden beskrevs första gången av Fabre (1957 och 1959) och har varit föremål för ingående praktisk och teoretisk prövning av bl.a. Fant & al. (1966), Fourcin & Abberton (1971), Abberton (1972), Fourcin & Abberton (1975 och 1976) och Lecluse (1977). En detaljerad historisk översikt över metodens utveckling ges av sistnämnda författare (op. cit.). Den information man sökt utläsa från den elektroglottografiska kurvan har varierat. Försök att relatera periodkonfigurationen i elektroglottogrammet till enskilda moment i stämläpparnas vibrationsförlopp (Reinsch & Gobsch, 1972) kan hittills inte sägas ha lett till helt övertygande resultat, bortsett från en utmärkt detektering av glottisslutningen. En betydande nackdel härvid är dessutom, att metoden i princip inte förmår registrera punkten för maximal öppning i den glottala vibrationscykeln. Från ett s.k. respiratoriskt elektroglottogram med relativt långsam registreringshastighet har enstaka författare sökt utläsa struphuvudets vertikala rörelser vid fonation (Holm, 1971). Flertalet undersökare synes dock i första hand ha använt metoden för glottal periodlängddetektering, dels för att beskriva röstfrekvensen (Chevrie-Muller & Gremy, 1967; Dordain & al, 1967) dels för att objektivisera röstkvaliteten genom en registrering av (de i den

här beskrivna metoden avvisade) periodlängdsperturbationerna (Abberton, 1976; Neil, 1977; Wechsler, 1977).

Den elektrolottografiska signalens uppkomst är i vissa detaljer omtvistad. Enighet råder dock om, att en skarp flank i den elektrolottografiska perioden tidsmässigt sammanfaller med momentet för glottisslutningen (Fant & al., 1966; Lecluse, 1977), dvs. det moment i vibrationscykeln, där högre resonansfrekvenser i ansatsröret främst exciteras (Miller, 1959). Flanken utgör i allmänhet en mycket tydlig begränsning av periodlängden och lämpar sig utmärkt för en detektering av denna. Metoden att grunda  $F_0$ -bestämningar på periodlängdsmätningar från glottisvibrationerna har diskuterats i föregående kapitel. Här skall dock än en gång framhållas, att den akustiska talsignalens grundtonfrekvens inte är ett fenomen identiskt med, utan snarare beroende av röstgeneratorns vibrationsfrekvens.

En praktisk fördel med den elektrolottografiska detekteringen av glottisvibrationerna är att undersökningen inte kan störas av den akustiska bullernivån i omgivningen. Gentemot luftmikrofonregistreringar har den dessutom den fördelen, att signalamplituden inte varierar med munöppningens area, så att röstfrekvensen vid uttalet av tonande konsonanter kan registreras lika exakt som den vid uttal av vokaler (Faulhaber & Vallancien, 1970).

Nackdelar med den elektrolottografiska registreringen är, att åtminstone med den tillgängliga apparaturen vissa personer med tjockt mjukdelslager på halsen är svåra eller omöjliga att undersöka p.g.a. alltför ringa signalamplitud. Vid samtliga registreringar har därför de avledda elektrolottogrammens amplitud kontrollerats med hjälp av ett speciellt monitoroscilloskop. En annan nackdel är, att strömmen genom elektroderna moduleras tillräckligt endast om stämläpparna i vibrationscykelns slutna fas når effektiv kontakt. En partiell glottisslutning under fonationen kan räcka till för att modulera den subglottiska luftströmmen och att åstadkomma en ton. Likväl blir i sådana fall den glottografiska kurvan alltför flack för att tillåta en säker periodlängdsdetektering (Vallancien & Faulhaber, 1966). Dessa svårigheter uppträder framför allt vid försök att undersöka personer med stämbands pareser, varför sådana undersökningar helt uteslutits från denna studie.

Tillfredsställande röstfrekvensregistreringar från patienter med rekurrens pares kan sannolikt genomföras med hjälp av kontaktmikrofon. Vid egna jämförelser av glottal periodlängdsdetektering med hjälp av kontaktmikrofon och



I en andra version av metoden kunde frekvensanalysen ej längre genomföras i realtid. Glottogrammen fick lagras på tonband. Med hjälp av en minidator (Nova 1220, Data General Corp.) uppmättes de på tonbandet registrerade glottografiska periodlängderna och mätvärdena lagrades på hållremsa. Från denna beräknades därpå med ett andra program frekvensmedelvärden och -distribution, varvid en radskrivare användes för utskrift av resultaten (Fig. 7.1.).

Dessa bestod i en beräkning av  $P_{20}$ -avvikelsen (kallad " $\pm 30$  % nivå"), av  $P_{2.5}$ -avvikelsen (kallad " $\pm 47.5$  % nivå"), av det totala variationsområdet ("intervall-längd"), angivelse av median- och medelvärdessaplarna, av det aritmetiska medelvärdet, av antalet förkastade mätdata (jfr nedan) samt slutligen av det totala antalet mätdata erhållna under en tid motsvarande 10 sekunders kontinuerlig fonation. Resultaten framställdes dessutom i form av ett histogram, där klasser av halvtonsteg utgjorde abskissan och varje klass procentuella andel i det totala antalet observationer utgjorde ordinaten. Frekvensområdet omfattade 59 - 750 Hz fördelade på 43 halvtonsteg. Medelvärdessaplarna,  $P_{20}$ - och  $P_{2.5}$ -avvikelsen utvisades dessutom genom grafiska symboler under abskissan.

Beräkningen av centralvärde och variationsmått för den erhållna tonfrekvensfördelningen baserades i allmänhet inte på samtliga erhållna mätvärden. I enlighet med framställningen i slutet av föregående kapitel avvisades nämligen vissa extrema periodlängdsvärden. Härvid rörde det sig om sådana extremvärden, som föll utanför den huvudsakliga fördelningen sedan denna sjunkit under 2.5 procents nivå. Avvisade mätvärden utmärktes med stjärnor vid utskriften, medan den accepterade fördelningen representerades av utropstecken, såsom framgår av fig. 7.1. Denna figur illustrerar också effekten av det beskrivna tillvägagångssättet. Vibrationsfrekvensmedelvärdet för samtliga erhållna mätningar uppgår här till 175 Hz. Efter förkastandet av mätvärdena utanför 2.5-procentsnivån erhöles i stället ett medelvärde för den återstående fördelningen på 193 Hz, vilket kan jämföras med ett genom lyssnargrupp skattat genomsnittligt röstläge på 193.8 Hz.

Det är f.n. föga utrett i vilken omfattning aperiodicitet och amplitudvariationer får förekomma hos glottisvibrationerna, innan intrycket av heshet dominerar över upplevelsen av tonhöjd i röstsignalen. Det beskrivna kriteriet för avvisandet av extremvärden, vilket utgår från fördelningens konfiguration, synes dock ge rimliga resultat, något som prövats genom jämförelse av en lyssnargrupps skattning av röstläget med de med denna metod erhållna resultaten (kap. 8).

Den registrerade röstfrekvensdistributionen avvek efter avvisandet av extremvärdena i allmänhet föga från configurationen hos en normalfördelning. En måttlig tendens till positiv skevhet var dock tämligen vanlig. Dessutom uppvisade fördelningshistogrammen ofta en bi- eller plurimodalitet (mer än en topp), som dock sällan representerade mer än en eller annan procents avsteg från en jämn fördelningskurva. Även från tidigare undersökningar rapporteras normalfördelade röstfrekvensdistributioner (Rappaport, 1958; Steffen-Batóg & al., 1970; Boě & al., 1975;) eventuellt med en svag tendens till positiv snedhet (Horii & Hughes, 1972 och Horii, 1975 b). Martony (1971) registrerade dock betydande avvikelser från normalfördelningen i röstfrekvensdistributioner från döva barn och ungdomar med mycket avvikande tal. I överensstämmelse med resultaten i detta arbete fann Bowler (1964), att fördelningen i allmänhet blev symmetrisk först efter förkastandet av perturbationer.

Tendensen till positiv snedhet, dvs. vänsterlutning i fördelningshistogrammet, kan hänga samman med att talaren i allmänhet använder en relativt låg neutral- eller vilofrekvens från vilken röstläget höjs endast vid emfas. Om talet pendlar relativt abrupt mellan dessa två röstfrekvenslägen, blir fördelningskurvan bimodal (jfr. fig. 7.1.), något som registrerats även av Jassem (1971) och Lieberman (1967). Sistnämnde författare anför dessutom som förklaring till bimodaliteten, att frekvenserna mellan fördelningskurvans båda toppar skulle ha dämpats genom subglottiska resonanseffekter. Utpräglat bimodala fördelningskurvor påträffades mera sällan vid genomgången av det här framlagda materialet.

En ingående diskussion av det matematiska uttrycket för röstfrekvensfördelningen har publicerats av Jassem (1971), som finner att det för fonetiska - och därmed troligen även foniatriska (förf:s anm.) - ändamål i allmänhet är tillfyllest att ange ett centralvärde och ett variationsmått för distributionen. Det är också detta tillvägagångssätt som i praktiken har använts vid röstfrekvensundersökningar. I överensstämmelse med praxis i flertalet av dessa undersökningar har även i detta arbete såsom sort för fördelningens centralvärde valts Hertz (Hz), medan variationsmättet uttryckts i halvtonsteg eller semitoner (st) (Horii, 1975 b). Allmän praxis har följts även vid valet av det aritmetiska medelvärdet som centralvärde. Endast enstaka undersökare har istället använt toppvärdet (t.ex. Holbrook & Meador, 1969; Fitch & Holbrook, 1970), medan medianvärdet företrädesvis har kommit till användning när undersökarna förväntat en bristande överensstämmelse mellan den erhållna distributionen och normalfördelningen (Bowler, 1964; Mártony, 1971). I allmänhet följs median- och medelvärdena åt mycket nära (Curry, 1940; Mc Glone & Hollien, 1963),



vilket är ett uttryck för att fördelningen är nära nog symmetrisk. I föreliggande material var differensen mellan median- och medelvärdesstapeln endast i undantagsfall mer än ett halvtonsteg, vanligen sammanföll de.

Standarddeviationen är det variationsmått som i allmänhet användes, när den centrala tendensen uttryckts genom det aritmetiska medelvärdet. Det nämnda spridningsmättet har också använts i ett flertal inte minst amerikanska röstfrekvensundersökningar, där det brukar betecknas som "pitch sigma" (Hantley, cit. fr. Mc Glone & Hollien, 1963), medan percentil- eller kvartilavvikelser ej sällan brukas tillsammans med medianen (Mártony, 1971; Vuorenkoski & al., 1972). Från jämförande undersökningar av skilda variationsmått rapporteras att tendenserna i allmänhet är mycket likartade, varför man kan nöja sig med endast ett sådant mått (Fairbanks, 1950; Snidecor, 1951; Mc Glone & Hollien, 1963; Horii, 1975 b). Inte oväntat anses det totala variationsomfånget dock diskriminera alltför dåligt mellan olika distributioner, då det i hög grad påverkas av enstaka extremvärden. Under benämningen "functional pitch range" föreslog Fairbanks (1950) därför att använda 90-procentsomfånget som uttryck för variationen. Enligt Horii (1975 b) utgör dock standarddeviationen ett säkrare mått på variationen än 90-procentsomfånget. Dels av programmeringstekniska skäl och dels p.g.a. en initial osäkerhet angående röstfrekvensdistributionernas överensstämmelse med normalfördelningen valdes i detta arbete att inte uttrycka röstfrekvensvariationen med standarddeviationen. Som nämnt registrerades i stället det totala variationsomfånget samt 2,5- och 20-percentilintervallet. Dessa senare mått, som också kan benämnas 95- och 60-procentomfånget, ansluter mycket nära till intervallen  $\pm$  två resp. en standarddeviation om distributionen är normalfördelad. Vid en jämförelse mellan de nämnda variationsmåttens visade sig 60-procentomfånget differentiera bäst mellan olika fördelningar, och det är detta mått som har använts i minidatormetoden för att uttrycka röstomfånget.

Den beskrivna minidatormetoden för röstfrekvensmätning har kommit till användning vid nedan relaterade delundersökningar utom dem som redovisas i avsnitten 10, 11.4, 12 och 13. I de sistnämnda studierna har den något omständliga och tidskrävande minidatorprocessningen kunnat ersättas med en nykonstruerad apparatur, som bl.a. med hjälp av en mikrodata (Intel 8080) förmår att genomföra periodlängdsmätningarna och den matematiska bearbetningen i realtid. Detta har visat sig vara en avgörande fördel vid daglig klinisk användning. Samtliga här beskrivna undersökningar grundas dock på efterhandsanalyser från inspelade band. Som mått på talröstens omfång ersattes vid programmeringen av mikro-

datorn den tidigare använda  $P_{20}$ -avvikelsen med en beräkning av  $P_{15}$ -avvikelsen (eller 70 % -omfånget), då detta senare mått bättre ansluter till omfånget  $\pm$  en standarddeviation, nämligen 68 % vid normalfördelning. - Beträffande apparatkonstruktioner och en teoretisk prövning av beräkningsmetoderna hänvisas genomgående till den tekniska beskrivningen av metoden (Hertz & al., 1979).

Rutinförfarandet vid röstfrekvensanalyserna har varit följande. Försökspersonen har placerats i en ljuddämpad studio, där han med konstant mikrofonavstånd fått läsa högt en standardtext, Nordanvinden och solen (jfr. appendix 7.1. och International Phonetic Association, 1949). Längden hos den använda texten motsvarar i allmänhet ca. en halv minuts läsning. Att denna tid är till fyllest för en representativ röstfrekvensanalys prövades vid inledande försök och liknande resultat har även publicerats i litteraturen (Gilbert & Weismer, 1974; Horii, 1975 b).

Mikrofonsignalen (Sennheiser MD 421 D, 30 - 17 000 Hz, eller AKG CE 10 + SE5E, 20 - 18 000 Hz) leddes till ena kanalen av en stereobandspelare (Revox A 77, bandhastighet 19 cm/s, svaj bättre än  $\pm$  0.08 %). Försökspersonen var samtidigt försedd med elektroder till en elektroglottograf, vars signal efter omvandling till fyrkantvåg leddes till bandspelarens andra kanal. Som tidigare nämnts kontrollerades det ursprungliga elektroglottogrammet med hänsyn till signalamplitud och -konfiguration på ett monitoroscilloskop. Den på bandet lagrade periodlängdsinformationen analyserades därefter på ovan beskrivet sätt.

## 8. Jämförelse mellan mätning och skattning av röstläget.

Resumé. - I syfte att pröva den glottografiska röstfrekvensindikeringsmetodens validitet såsom en metod för mätning av röstläget undersöktes förekomsten av systematiska skillnader mellan resultaten från mätning och en lyssnargrups skattning av trettiofyra röstexempel varav tio dubbelbedömdes. De erhållna mät- och skattningsvärdena underkastades en variansanalys, som innefattade en in-delning av resultaten efter talarnas och lyssnarnas kön. Vid inalles 516 skattningar av röstläget erhöles ett i genomsnitt 0,42 halvtonsteg (2,5 %) lägre röstfrekvensvärde än vid mätningarna, en skillnad som saknade signifikans. Smärre signifikanta skillnader erhöles dock efter könsgruppering av resultaten. Spridningen mellan talare var större för de manliga än för de kvinnliga rösterna. Den klart största spridningen mellan lyssnare erhöles då kvinnliga lyssnare skattade röstläget hos manliga talare. Det tycks således vara svårare att skatta röstläget hos manliga talare än hos kvinnliga. I denna undersökning framkom tecken på speciellt stora svårigheter då kvinnliga bedömare skattade röstläget hos mansröster. Könsspecifika skillnader mellan de erhållna resultaten illustreras även i ett upprättat regressionsdiagram, varvid korrelationen mellan mätning- och skattningsresultat beräknats till  $r = 0.98$ .

Ett andra syfte var att undersöka och jämföra reproducerbarheten vid mätning och skattning. Detta skedde genom att upprepa mätningarna med upp till fyra månaders mellanrum, varvid erhöles en genomsnittlig variation på 0,85 %. Beträffande skattningarna undersöktes dels den interindividuella variationen mellan lyssnargruppens olika medlemmar (spridningen vid beräkningen av lyssnargrupsmedelvärdet), dels bedömarens förmåga att reproducera sina egna resultat från frekvensskattningarna av fem manliga och fem kvinnliga röster efter tre till åtta månader. Den interindividuella variationen uppgick i genomsnitt till 12,7 % och var således 15 gånger större än variationen vid mätning. De enskilda bedömarens genomsnittliga resultat från upprejade skattningar uppvisade differenser på mellan 0,3 och 14,6 %. Som grupp förmådde bedömarna reproducera sina skattningsresultat med en så låg genomsnittlig differens som 0,53 % ( $s = 3,19$  %), något som dokumenterade deras kompetens och lämplighet att fungera som jämförelseobjekt till den här prövade mätmetoden.

8.1. Bakgrund. Syfte. - Såsom framhållits ovan i kap. 6 bildar glottisvibrationernas periodlängd underlag för tonhöjdsupplevelsen endast i den mån som svängningarna är regelbundna. Vid aperiodiska svängningar uppkommer snarare ett intryck av buller. Den glottala perioden utgör således korrelerat till två skilda egenskaper i den auditiva upplevelsen av en röst, nämligen dess tonhöjd och dess kvalitet. En registrering av glottisperiodernas distribution kan i och för sig vara av intresse, t.ex. såsom objektiv röstfysiologisk undersökningsmetod, även om detta i stor utsträckning återstår att visa. Resultaten från en sådan registrering kan emellertid inte omedelbart identifieras med en grundtonfrekvensbestämning, speciellt i kliniska sammanhang, där oregelbundenheter i periodlängd kan förväntas förekomma betydligt oftare än hos röstfriska normaltalare.

Behovet av en kliniskt användbar objektiv metod för registrering av talröstens grundton är uppenbart, varvid det gäller att ersätta den hittills använda sub-

jektiva undersökningsmetoden, nämligen tonhöjdsupplevelsen, med en objektiv sådan. Den i detta kapitel beskrivna undersökningen syftar till att kvantitativt pröva den här föreslagna metodens förutsättningar att fungera såsom en sådan metod, vilket närmast motsvarar en validitetsprövning.

I och för sig hade metoden kunnat prövas genom en jämförelse med någon tidigare etablerad metod för mätning av rösters grundtonfrekvens. Då såsom framhållits i kap. 5 ingen av dessa metoder är helt invändningsfri samt även av praktiska skäl, valdes istället att pröva metoden genom jämförelse med röstfrekvensskattningar från en lyssnargrupp, vars kompetens i detta avseende det i så fall även gällde att fastställa. Detta har skett genom bestämning av den genomsnittliga reproducerbarheten av enskilda bedömares skattningsresultat vid upprepade skattningstillfällen. För att erhålla en uppfattning om säkerheten i subjektiva resp. objektiva röstfrekvensbestämningar jämfördes dessutom spridningen mellan olika bedömares skattningsresultat av enskilda röster (den interindividuella variationen) med variationen vid upprepade mätningar.

8.2. Lyssnargrupp. - I förhoppning att kunna begränsa experimentens omfattning användes ursprungligen en lyssnargrupp bestående av endast två manliga och två kvinnliga röstterapeuter med speciellt stor erfarenhet av röstbehandling och musikaliska aktiviteter (jfr. även Milner, 1973). Alltför stor variation mellan deras resultat tvingade till en utökning av lyssnargruppen. Deras omfattning bestämdes slutligen av det praktiska skälet, att bedömarna under den aktuella tidsperioden hade möjlighet att delta i försöket. Gruppen kom att bestå av fyra manliga och åtta kvinnliga lyssnare, samtliga praktiskt verkssamma röstterapeuter och med normal hörsel, kontrollerad med audiogram.

De manliga lyssnarna uppvisade generellt något lägre skattningsresultat av röstläget än de kvinnliga, men denna skillnad är inte signifikant. Skillnader i skattningsresultaten till följd av lyssnarnas kön, tidigare erfarenhet av tonhöjds-skattning, t.ex. vid musikalisk verksamhet, m.fl. liknande faktorer har dock inte kunnat hållas under kontroll. Betr. lyssnargruppens storlek kan konstateras, att denna varit till fyllest för att påvisa signifikans även för relativt ringa differenser vid variansanalysen (avsnitt 8.8).

8.3. Röstexempel. - Urvalet av talare bestämdes av hänsyn till mätmetodens planerade användningsområde. De använda röstexemplen har därför valts ur ett arkiv med kliniska rutininspelningar erhållna med ovan beskrivna standardmetod. Två testband, försök A och B, har använts.

I försök A användes röster som skulle representera extremvarianter betr. röst-kvalitet, röstläge och -omfång. För att begränsa försökstiden inskränktes dessa exempel till att omfatta röster från endast ett kön, nämligen det kvinnliga, som utgör flertalet av patienter med störd röstfunktion. En patologisk röst (förlamning av stämläpparna) fick helt uteslutas. Dessutom användes fem manliga röster i detta försök, som därmed omfattade sammanlagt 21 röster, nämligen 5 manliga och 16 kvinnliga.

Resultaten av försök A väckte frågan om betydelsen av talarens kön för röstlägesskattningen. Ytterligare ett försök med fler mansröster behövdes för att belysa frågan. Samtidigt tillvaratogs möjligheten att undersöka lyssnarnas förmåga att reproducera sina egna skattningsresultat. I ett testband till försök B sammanställdes därför 12 nya mansröster med tidigare undersökta 5 mansröster och ytterligare 5 kvinnliga röster från försök A, således sammanlagt 22 röster.

I lyssnarnas uppgift ingick att kvalitetsbedöma rösterna efter en tregradig subjektiv skala. Genomsnittresultaten av kvalitetsbedömningen för de manliga och kvinnliga rösterna (1,79 kvalitetspoäng) råkade sammanfalla exakt. Talarnas dialekt uppfattades på två undantag när såsom typisk för malmöbor.

8.4 Testband. - Ovan beskrivna röstexempel kopierades samman i slumpmässig följd till två testband. Mellan röstexemplen förekom läsning av ett nummer för identifiering. Varje testband inleddes av ett röstexempel som enbart användes för att göra bedömarna förtrogna med experimentsituationen. Denna bedömning uteslöts vid resultatredovisningen. Röstexemplens placering på testbandet angavs dessutom i det för försöken iordningställda stencilerade protokollformuläret (app. 8.1.) i form av siffermarkeringen på bandspelarens räkneverk.

8.5. Skattning av röstläget. - För en kvantitativ skattning av röstläget spelades testbanden upp på en tvåkanalsbandspelare (Revox A 77) till vars båda utgångar var kopplade två identiskt lika högtalare (Lansing JBL 2105). Av dessa användes den ena för bandavlyssningen medan den andra efter förstärkning genom bandspelaren kunde spela upp signalen från en variabel sinustongenerator (HP 331 A). Frekvensen på tongeneratorns signal indikerades digitalt med hjälp av en frekvensmätare med stor mätnoggrannhet (HP 5307 A). Vid bedömningarna kunde lyssnaren skatta ett medeltönläge i det uppspelade talet och därpå ställa in tongeneratoren till att motsvara detta tonläge. Den på frekvensmätaren avlästa tonfrekvensen uttryckt i Hertz infördes som resultat i det iordningställda försöksprotokollet. På detta sätt kunde resultatet av den sub-

jektiva skattningen uttryckas kvantitativt i samma mått som mätresultaten, något som underlättat den statistiska metodjämförelsen avsevärt.

Försöken genomfördes enskilt och utan tidspress. Vardera försöket varade i genomsnitt ca. 80 minuter. Skattningen uppfattades som tämligen tröttande. Valet av sinuskonfigurationen hos referenstonen liksom valet av använd apparatur kan diskuteras. Sannolikt hade en tongenerator med känsligare inställning och en frekvensmätare med mindre mätnoggrannhet varit av värde.

Lyssnarna fick bilda sig en samlad uppfattning om bedömningsuppgiften genom att först lyssna genom hela testbandet, innan de påbörjade bedömningen av de enskilda rösterna. Det är inte uteslutet, att lyssnarna varierat något sinsemellan i sitt tillvägagångssätt vid bedömningen.

Tabell 8.1

Genomsnittliga resultat från fyra mätningar ( $\bar{x}$ ) och tolv lyssnares skattningar ( $\bar{y}$ ) av rösläget. Frekvensmått: Hertz.

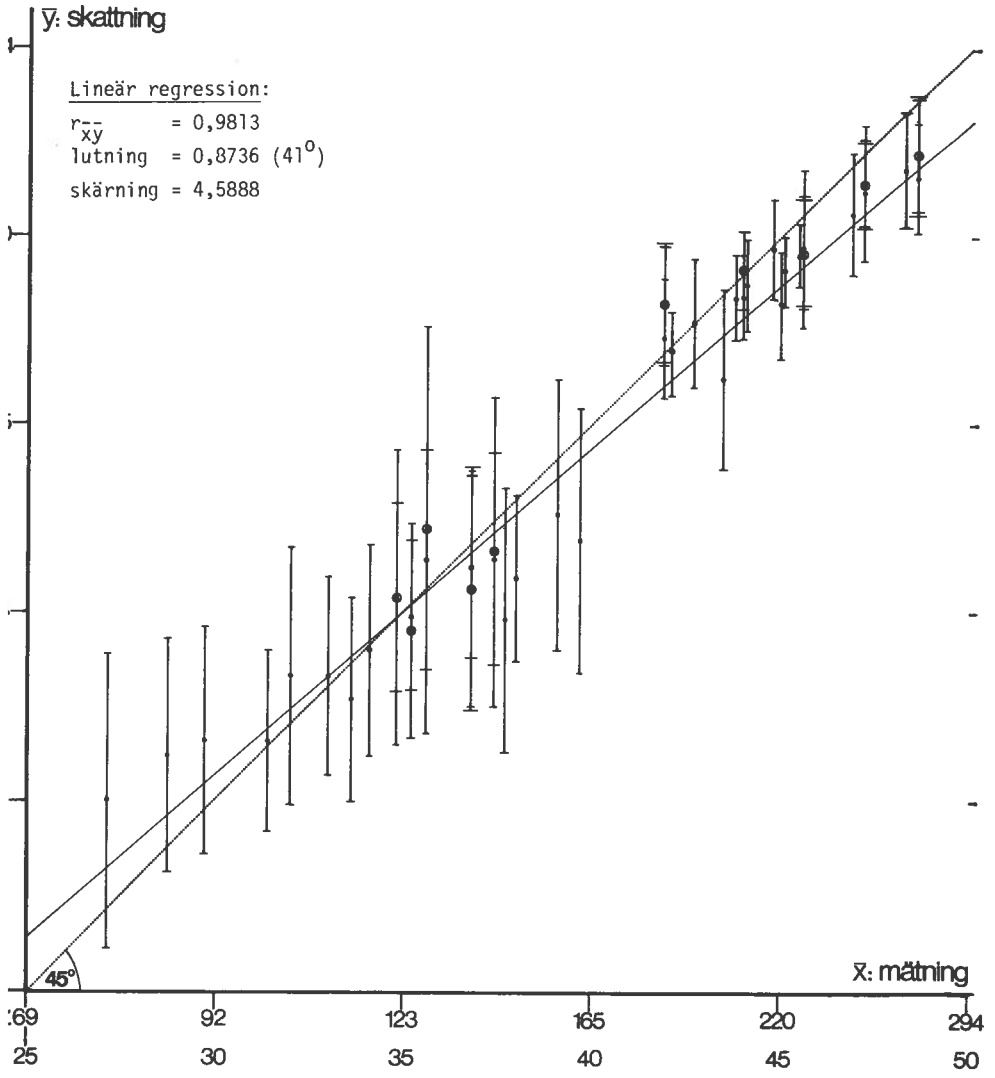
Försök A					Försök B						
Inspelning nr	kön	$\bar{x}$	$s_x$	$\bar{y}$	$s_y$	Inspelning nr	kön	$\bar{x}$	$s_x$	$\bar{y}$	$s_y$
1	K	193	0,96	193,8	18,31	1	M	156	1,50	146,4	32,25
2	K	202	0	178,6	25,74	2	M	144	3,50	124,4	23,60
3	M	128	2,38	135,1	21,80	3	M	104	0	114,0	22,45
4	M	142	0,50	139,6	21,55	4	K	270	1,26	251,0	22,56 = A 13
5	K	228	0,82	217,0	26,29	5	M	86	1,29	100,7	18,41
6	K	184	2,16	188,8	17,82	6	K	250	1,50	239,3	15,29 = A 12
7	K	(103)	(0,82)			7	M	117	0	117,9	18,75
8	K	221	1,00	209,2	10,59	8	M	91	0,50	102,8	18,23
9	K	218	2,50	216,3	15,46	9	M	128	2,38	130,9	17,94 = A 3
10	K	209	0,58	204,6	13,49	10	M	147	1,41	131,3	16,51
11	K	186	0,82	184,6	12,05	11	K	208	6,55	209,5	12,21 = A 19
12	K	250	1,50	237,3	25,75	12	M	78	1,00	94,8	20,75
13	K	270	1,26	242,7	21,44	13	M	122	0	129,7	30,14 = A 18
14	K	245	1,50	228,0	20,32	14	M	142	0,50	138,7	36,43 = A 4
15	K	220	1,89	198,9	16,07	15	M	162	0,50	140,3	29,60
16	K	205	1,71	200,8	12,96	16	M	100	0,50	102,1	14,30
17	M	137	1,50	133,8	19,76	17	K	184	2,16	199,3	17,33 = A 6
18	M	122	0	127,8	19,03	18	M	110	1,50	113,3	16,78
19	K	208	6,55	200,3	12,50	19	M	114	1,50	109,5	15,62
20	M	125	0,82	124,0	15,27	20	M	137	1,50	129,9	22,37 = A 17
21	K	266	1,41	245,5	22,18	21	K	228	0,82	213,6	14,37 = A 5
22	K	226	2,00	213,8	10,18	22	M	125	0,82	121,5	18,37 = A 20
n=21		$\bar{s}_x$	1,52 (1,35)	$\bar{s}_y$	18,03 (5,00)	n=22		$\bar{s}_x$	1,40 (1,42)	$\bar{s}_y$	20,67 (6,35)

Fig. 8.1. Regressionsanalys av resultat från bestämningarna av röstläget.

22 manliga och 21 kvinnliga röster bedömda av 4 manliga och 8 kvinnliga lyssnare.

Varje prick representerar medelvärdet av 4 frekvensanalyser ( $\bar{x}$ ) och 12 skattningar ( $\bar{y}$ ) uttryckt i halvtoner (re 16,35 Hz).

De lodräta strecken representerar spridningen för de skattade värdena ( $\pm S_y$ ) uttryckt i samma sort.





8.6 Resultat. - Genomsnittresultaten av mätningarna och skattningarna vid försöken A och B visas i tabell 8.1. De har uttryckts i Hertz och en omedelbar jämförelse visar en tämligen varierande överensstämmelse mellan mätning och skattning av de enskilda röstlägena liksom mellan upprepade skattningar. Den genomsnittliga spridningen vid fyra upprepade mätningar och mellan de tolv olika lyssnarnas resultat framgår direkt av tabellens sista rad. Hela studien grundas på 132 mätningar (4 x 17 mansröster + 4 x 16 kvinnliga röster) och 516 skattningar (12 lyssnare, 33 + 10 /nämligen dubbelbedömda/ röster).

8.7. Regressionsanalys av resultaten och diskussion av denna.

I figur 8.1. har  $\bar{y}$  lottats mot  $\bar{x}$  för varje röstprov. Frekvensvärdena har genomgående uttryckts i halvtonsteg. Vidare har spridningen för  $y$  markerats för varje röstprov. Regressionsanalys av  $\bar{y}$  mot  $\bar{x}$  och beräkning av korrelationskoefficienten mellan  $\bar{y}$  och  $\bar{x}$  har utförts dels för hela materialet, dels för olika uppdelningar av detsamma. I beräkningarna har frekvensvärdena genomgående uttryckts i halvtonsteg, re 16,35 Hz, med två decimaler, vilket motsvarar en omvandling till hundradelar av cent. De beräknade korrelationerna framgår av tabell 8.2.

Tabell 8.2. Produktmomentkorrelationen mellan de genomsnittliga analys- och skattningsresultaten betr. enskilda röster från respektive grupper av manliga och kvinnliga lyssnare och talare.

Lyssnare	Talare		Totalt
	M	K	
M	0.96	0.94	0.99
K	0.87	0.91	0.97
Totalt	0.94	0.93	0.98

Tendensen i korrelationsanalysen är att de fyra manliga bedömarna uppvisade något bättre överensstämmelse med mätresultaten än de åtta kvinnliga. Bäst överensstämmelse uppnåddes både hos de manliga och kvinnliga lyssnarna vid bedömningen av det egna könets röster. Den klart sämsta korrelationen uppnåddes, då kvinnliga lyssnare bedömde manliga talare, vilket framför allt beror på en betydande variation mellan de kvinnliga bedömarnas skattningsresultat (jfr. diskussionen av variansanalysen, avsnitt 8.8. nedan).

Den stora variationen mellan kvinnliga skattningsresultat av manliga talare har påverkat spridningen för skattningsresultaten från hela lyssnargruppen. Detta framgår klart i regressionsdiagrammet, fig. 8.1., där det nämnda spridningsmättet avsatts som lodräta streck, vilka således är avsevärt längre för de manliga talarna än för de kvinnliga. Regressionslinjens förlopp är flackare än den ävenledes inritade  $45^{\circ}$ -linjen, som markerar fullkomlig överensstämmelse. Denna avflackning är ännu tydligare om dataprickarna för grupperna manliga och kvinnliga talare betraktas var för sig. Speciellt för de manliga talarna är det tydligt, att bäst överensstämmelse uppnåddes vid skattning av mellanfrekventa röster, medan bedömarna varit alltför moderata vid skattning av de extrema röstlägena, så att de lågfrekventa kommit att skattas för högt och de högfrekventa för lågt. Ett liknande resultat rapporteras av Mallard (1978). Denne lät försökspersoner sjunga efter toner av varierande frekvens och under varierande försöksbetingelser. Bäst överensstämmelse nåddes för frekvenser motsvarande ett normalt taltonläge, medan försökspersonerna inte sjöng tillräckligt högt på höga toner och inte tillräckligt lågt på låga. Möjligen kan denna trend förklaras såsom en centraliseringstendens, ett välkänt fenomen från andra typer av psykologiska experiment (Drever, 1972).

Resultaten i sin helhet uppfattas barga för en tillfredsställande överensstämmelse mellan den nya metoden för röstfrekvensbestämningar och traditionell subjektiv tonhöjdsskattning. Värdet av korrelationsberäkningar synes dock något begränsat, då de kan leda till i detta sammanhang triviala eller missledande resultat.

Såsom trivialt kan anses det förhållande, att man vid lineärt lika stora differenser mellan dataparen erhåller högre korrelationsvärden ju mera utspridda värdena ligger på tonfrekvensskalan. Detta leder till att ett betraktande av manliga och kvinnliga röster gemensamt resulterar i högre korrelationsvärden, såsom också framgår av tredje kolumnen i tabellen (tab. 8.2.). Såsom missledande uppfattas ett högt korrelationsvärde som grundas på en konstant återkommande differens inom dataparen. Värderingen av metodöverensstämmelsen har därför inte enbart grundats på korrelationsanalysen utan även på följande variansanalys.

8.8. Variansanalys av resultaten och diskussion av denna. - För varje kombination av talargrupp (män band B, män band A, kvinnor band A, kvinnor band B) och lyssnargrupp (män, kvinnor) har utförts en tvåsidig variansanalys med faktorerna lyssnare, talare och lyssnare x talare. Analysen baseras på obser-

verade värden för  $\bar{x} - y$  uttryckt i halvtonsteg (st), där  $\bar{x}$  betecknar genomsnittet av de uppmätta värdena för en viss talare och  $y$  betecknar det skattade värdet för en viss talare och en viss lyssnare. För en talare kan  $\bar{x}$  betraktas som en fix storhet; spridningen mellan värden från upprepade mätningar är försumbar i detta sammanhang.

Tabell 8.3. Tvåsidig variansanalys av resultaten från mätning och skattning av röstläget. (För förklaringar se texten, avsnitt 8.8)

Talare \ Lyssnare		Män	Kvinnor
		n = 17 ; band B [ n = 5 ; band A ]	n = 16 ; band A [ n = 5 ; band B ]
Män n = 4		1.0 ± 0.4 (*)	1.3 ± 0.4 (**)
		0.9 / 0.4 / 2.6 [ 1.1 ± 0.8 (NS) ] [ 0.1 / 2.1 / 2.3 ]	0.5 / 0.5 / 0.7 [ 1.0 ± 0.7 (NS) ] [ 0.5 / 1.6 / 1.3 ]
Kvinnor n = 8		-0.3 ± 1.1 (NS)	0.7 ± 0.3 (*)
		3.7 / 8.5 / 4.4 [ -0.6 ± 0.8 (NS) ] [ 0.4 / 4.6 / 2.3 ]	0.3 / 0.4 / 2.3 [ 0.0 ± 0.6 (NS) ] [ 1.3 / 0.1 / 1.0 ]

Resultaten redovisas i tabell 8.3. Första (och tredje) raden i varje fält upptar medelvärde ± standard error och signifikans. Standard error har beräknats som  $\{(MS(\text{talare}) + MS(\text{lyssnare}) - MS(\text{talare} \times \text{lyssnare})) / (\text{totalt antal observationer})\}^{\frac{1}{2}}$ .

I andra (och fjärde) raden i varje fält redovisas varianskomponenten för talare,  $\sigma_t^2$ , varianskomponenten för lyssnare,  $\sigma_l^2$ , och interaktionsvariansen,  $\sigma_{tl}^2$ , enligt uppställningen  $\sigma_t^2 / \sigma_l^2 / \sigma_{tl}^2$ . Varianskomponenterna har beräknats som

$$\sigma_t^2 = (MS(\text{talare}) - MS(\text{talare} \times \text{lyssnare})) / (\text{antal lyssnare})$$

$$\sigma_l^2 = (MS(\text{lyssnare}) - MS(\text{talare} \times \text{lyssnare})) / (\text{antal talare})$$

$$\sigma_{tl}^2 = MS(\text{lyssnare} \times \text{talare})$$

Av tabell 8.3. kan utläsas att mätningen i allmänhet gett något högre värden för röstläget än skattningen. Skillnaden är 0,7 till 1,3 halvtonsteg. Endast för kombinationen manliga talare och kvinnliga lyssnare är mätresultatet lägre än skattningsresultatet, men den noterade skillnaden på 0,3 halvtonsteg är inte signifikant. Den positiva differensen mellan mät- och skattningsvärdena kan tyda på att i allmänhet alltför många lågfrekventa mätvärden förkastats vid röstfrekvensanalysen. Mot detta talar dock resultaten av de kvinnliga bedömarens skattning av röstläget hos manliga röster. Dessutom ger en samlad jämförelse av samtliga 516 skattningar med motsvarande mätresultat en genomsnittlig skillnad på endast 0,42 halvtonsteg (ca. 2,5 %), vilket saknar signifikans. Detta resultat uppfattas som tillfredsställande och ger knappast anledning till att modifiera analysmetoden.

Genom variansanalysen framträder skillnader i materialet knutna till såväl talarnas som lyssnarnas kön. De manliga lyssnarna har i genomsnitt skattat röstläget till lägre frekvensvärden än de kvinnliga och uppvisar därigenom större skillnader jämfört med mätvärdena. Denna skillnad mellan manliga och kvinnliga lyssnare är dock inte signifikant. Betraktas varianskomponenten för lyssnare ( $\sigma_1^2$ , den andra varianskomponenten i uppställningarna), framträder här en liknande tendens som vid de ovan diskuterade korrelationsberäkningarna, nämligen att lyssnarna nått en större inbördes överensstämmelse vid röstlägesskattningen från talare av det egna könet än från det motsatta.

Spridningen mellan lyssnare är moderat, 0,4 - 0,5 halvtonsteg, utom då kvinnliga lyssnare bedömde manliga talare, då den var avsevärd, 8,5 halvtonsteg. Om orsaken kan spekuleras, att den bristande samstämmigheten mellan de kvinnliga bedömarna vid skattningen av manligt röstläge kan hänga samman med tillvägagångssättet vid skattningen, som ej sällan sker genom att härma den bedömde talarens intonation. Detta bereder ingen större svårighet för manliga bedömare, vars röstomfång - vid behov med hjälp av övergång till falsettre-gister - är fullt tillräckligt för att härma även kvinnligt röstläge. Betydligt svårare ställer det sig för kvinnliga bedömare att följa mansrösternas intonation. De måste i allmänhet nöja sig med att härma manliga röster i oktaven över den avlyssnade, något som kan tänkas vålla osäkerhet och resultera i den stora variationen mellan kvinnliga bedömarens skattningsresultat av mansröster. Andra orsaker till de kvinnliga lyssnarnas stora spridning vid skattningen av manligt röstläge är dock på intet sätt uteslutna.

Även för spridningen mellan talare ( $\sigma_t^2$ , den första varianskomponenten i upp-

ställningarna) förekommer könsberoende skillnader, i det att högre värden erhållits för mansröster än för kvinnliga. För den ökade svårigheten att skatta röstläget hos mansröster kan anföras flera delvis troligen sammanhängande psykoakustiska orsaker. Helt allmänt sjunker förmågan att skatta tonhöjd med avtagande frekvens, inte minst vid frekvenser under 100 Hz, och dessutom ökar inflytandet av intensitetsvariationer på tonhöjdsupplevelsen vid så låga frekvenser (Stevens & Davis, 1938). Som tidigare framhållits grundas tonhöjdsupplevelsen ingalunda i första hand på grundtonen i talsignalen. Vid stark intensitet kan grundtonen t.o.m. ha en negativ effekt genom att maskera högre deltoner. Snarare är tonhöjdsupplevelsen beroende av övertonsspektrat, där vissa frekvensband kan få karaktären av en bärvåg, som är mest effektiv vid röstlägesfrekvenser omkring 200 Hz, dvs. motsvarande det normalt kvinnliga (Winckel, 1960). Ett starkt utpräglat övertonsspektrum kan emellertid också förvränga tonhöjdsupplevelsen, ett fenomen som blir mindre framträdande vid ökande grundtonsfrekvens och således sannolikt har mindre effekt på skattningen av kvinnligt röstläge (Lichte & Gray, 1955). Slutligen har man i det här använda materialet av röstexempel anledning att räkna med en viss förekomst av bullerkomponenter i signalen genom heshet och knarr. Vid lika andel aperiodiciteter i en mera högfrekvent och en mera lågfrekvent signal uppfattas emellertid bullerkomponenten som mest framträdande i den senare (Wendahl, 1963 a) något som kan ha bidragit till att försvåra röstlägesskattningen av vissa mansröster.

8.9. Egenskaper hos röstexemplen som påverkat skattningsresultaten. - Ett antal röstexempel som resulterat i extremvärden för skillnaden mellan mätt och skattat röstläge eller för spridningen mellan lyssnarna underkastades auditiv granskning vid upprepad bandavlyssning. Samtidigt granskades det erhållna frekvenshistogrammet. De inte helt oväntade resultaten av denna tämligen omfattande och detaljerade men kvalitativa analys (icke publicerade data) kan sammanfattas i följande schema:

Röstlägesskattningen	underlättas av ...	försvåras av ...
... att röstläget är	medelfrekvent	extremt
... att röstomfånget är	litet	stort
... att röstfrekvensfördelningen är	unimodal	bi- eller plurimodal
... att röstklangen är	bra	dålig
... att talarens kön	överensstämmer med bedömarens	icke överensstämmer med bedömarens

#### 8.10. Resultaten av upprepad röstlägesskattning och diskussion av dessa.

- Lyssnargruppens förmåga att reproducera sina egna skattningsresultat prövades genom att fem manliga och fem kvinnliga röster bedömdes i både försök A och B. De erhållna genomsnittresultaten för varje röst har underkastats korrelationsanalys efter omvandling av frekvensvärdena till halvtonsteg (re 16,35 Hz). Lyssnarnas test-retest-reliabilitet bestämdes på så sätt till  $r = 0,996$ . Skillnaden mellan dessa skattningsresultat från försök A och B prövades dessutom genom jämförelse av parade observationer. Den var inte signifikant och uppgick i genomsnitt till  $-0,53\%$  ( $s = 3,19\%$ ).

Lyssnargruppen uppfattas med dessa resultat ha legitimerat sig såsom tillräckligt säkert instrument för att bilda utgångspunkt för den relaterade metodjämförelsen. Enskilda lyssnares överensstämmelse med mätresultaten och deras förmåga att reproducera sina resultat vid upprepad skattning har dock varierat avsevärt, vilket framgår av följande översikt över enskilda skattningsresultat:

	störst	minst
skillnad mellan mätt och skattat röstläge, manliga talare	0,91 %	-28,7 %
kvinnliga talare	0,76 %	9,7 %
skillnad mellan röstlägesskattning vid försök A och B (tio talare)	0,3 %	14,6 %

8.11. Konklusion. - Värderingen av den här framlagda delstudien kan sammanfattas i följande punkter:

1. Syftet med undersökningen var att pröva den föreslagna metoden för glottografisk frekvensindikering genom att kvantitativt jämföra resultaten av röstlägesmätning med skattningsresultaten från en kompetent lyssnargrupp. En viktig förutsättning härför var given genom försöksuppläggningsen, som möjliggjorde att resultaten från båda metoderna kunde uttryckas på samma sätt, nämligen i frekvensmättet Hertz.
2. De använda röstexemplen emanerade från kliniska rutininspelningar, något som borgar för de erhållna resultatens relevans inom den nya metodens planerade användningsområde. Som viktig inskränkning bör dock framhållas, att amplitudnivån hos den använda elektroglottografiska signalen måste kontrolleras och

icke får underskrida ett bestämt minimivärde. Detta kriterium kan vara svårt att uppfylla vid tjockt mjukdelslager på talarens hals och vid bristande kontakt mellan stämläpparna under fonationen, exempelvis till följd av rekurrenspares. Den kliniska användbarheten har ytterligare prövats med tillfredsställande resultat (jfr. kap. 12).

3. Den använda lyssnargruppen uppfattas ha dokumenterat sin kompetens genom att uppnå väl överensstämmande resultat vid upprepad skattning av röstläget hos samma röstexempel.

4. Överensstämmelsen mellan resultaten av röstlägesmätning med den nya metoden och med skattning genom en kompetent lyssnargrupp uppfattas som tillräckligt god för att mätresultaten skall kunna användas som en objektiv motsvarighet till den subjektiva tonhöjdsupplevelse, på vilken kliniska röstlägesbestämningar hittills i allmänhet grundats.

## 9. Jämförelse mellan mätning och skattning av röstomfånget.

Resumé. - Röstomfånget är det variationsmått som förutom det ovan avhandlade centralvärdet, nämligen röstläget, behövs för att beskriva fördelningen av fonationsfrekvenser i talsignalen. Vid inskränkt röstomfång klingar talet monotont, vilket inte bör förväxlas med det intryck av entonighet som uppstår genom stereotyp upprepning av ett enahanda intonationsmönster. Talet är monotont vid en mängd, främst neurologiska, sjukdomstillstånd, och en objektiv registrering av monotonin kan vara av allmän-medicinskt intresse för att följa sjukdomsförlopp och terapieffekter. F.n. är man för klinisk bedömning av monoton i talet hänvisad till osäkra subjektiva skattningar.

Inom foniatrik skiljes mellan tre olika former av röstomfång: det biologiska eller totala omfånget; det musikaliska, inom vilket det går att sjunga med acceptabel klang; och slutligen det tonfrekvensomfång inom vilket röstens grundton varierar vid tal. Detta kan uttryckas med den totala variationsvidden, eller intonationsomfånget, men lämpligare är att välja ett variationsmått som inte påverkas av enstaka extremvärden i fördelningen. Som sådant variationsmått har i slutversionen av den här föreslagna glottografiska frekvensindikeringsmetoden valts 70-procentsomfånget, som omfattar fördelningen mellan femtonde och ättiofemte percentilen.

Samtidigt med den ovan relaterade prövningen av röstlägesregistreringen och med samma syfte som denna jämfördes resultaten från fyra omfångsregistreringar med tolv lyssnars uppskattningar av intonationsomfånget i sammanlagt 43 talprov, varav tio var dubbelbedömningar av samma prov vid två skilda tillfällen. Rangkorrelationen mellan registreringarna och skattningarna av röstomfånget uppgick för hela materialet till  $r_s = 0,55$ . För enbart manliga talare uppgick den till 0,42 och för enbart kvinnliga till 0,88. En liknande skillnad mellan proven på manligt och kvinnligt tal erhöles vid prövning av lyssnarnas förmåga att reproducera sina egna skattningsresultat. Härvid var överensstämmelsen inte bättre än vid jämförelsen mellan registrering och skattning. Denna begränsade överensstämmelse uppfattas återspegla faktiska svårigheter hos lyssnarna att skatta röstomfång. Tillförlitligheten hos subjektiva bedömningar är tydligen inte stor. Den objektiva registreringen av röstomfånget innebär härvidlag en så avsevärd förbättring, att det tycks motiverat att tala om en ny metod. Denna kan bli kliniskt användbar inte enbart i foniatrisk sammanhang utan även allmänmedicinskt, t.ex. för en registrering av monoton i talet vid neurologiska sjukdomar.

9.1. Bakgrund. - Variationer i talröstens grundtonfrekvensförlopp är troligen av större allmänmedicinskt intresse än den genomsnittliga nivån för tonläget. Bl.a. har Darley & al. (1975) i en omfattande faktoranalys av neurologiskt betingade talstörningar baserad på avlyssningsförsök visat, att monoton utgör en betydande komponent vid ett flertal former av dysartri. Beträffande vissa av dessa föreligger rapporter även av instrumentella undersökningar med liknande resultat. Så fann Canter (1963) i en oscillografisk registrering av 17 manliga patienter med morbus Parkinson, att dessa talade med ett intonationsomfång som var reducerat med 40 % i förhållande till en åldersmatchad kontrollgrupp. Liknande resultat erhöles Chevré-Muller & Decante (1973) vid analys genom lågpasfiltering, men med den inskränkningen, att röstomfånget hos



vissa Parkinsonpatienter kan vara helt normalt, trots att talet i övrigt är påverkat. Samme författare undersökte 29 patienter med amyotrofisk lateral-skleros och pseudobulbär pares och fann auditivt en monotoni, som med hans metod för akustisk röstfrekvensregistrering emellertid objektivt kunde verifieras först sedan han från grundtonfrekvensfördelningen hade uteslutit extremt lågfrekventa mätdata, ungefär på samma sätt som skett i den här föreslagna metoden (jfr ovan, avsnitt 6). En inskränkning av röstomfånget motsvarande en monotoni har registrerats även vid olika former av encefalopati och epilepsi (Luchsinger & Brunner, 1950; Luchsinger, 1958; Luchsinger & Dubois, 1963). Däremot observerades en mycket signifikant vidgning av röstomfånget hos åtta patienter med svår cerebellär dysartri, medan nio patienter med en mera moderat form av denna talstörning inte signifikant skilde sig från en kontrollgrupp (Chevrie-Muller & Decante, 1973).

En minskning av röstomfånget har observerats även vid myxödem, varvid röstläget dock mot förväntan inte var sänkt (Dordain, 1970). Från röstfrekvensundersökningar vid mongolism rapporteras något motsägande resultat och en inskränkning av röstomfånget som registrerats i vissa fall kan närmast förklaras med den typ av enstaviga och språkligt ofullständiga utsagor, som är de enda talprov som kan erhållas från en del av dessa patienter (Michel & Carney, 1964; Hollien & Copeland, 1965 a; Weinberg & Zlatin, 1970). Hos 14 patienter med andra former av mental retardation iaktogs inga signifikanta avvikelser från en normalbegåvad kontrollgrupp beträffande röstfrekvensparametrarna (Neeley & al., 1968).

Enstaka rapporter föreligger från undersökningar av röstfrekvensen vid skilda psykiatriska tillstånd. Hos en grupp av 53 schizofrena patienter registrerade Chevrie-Muller & Decante (1973) en mycket signifikant inskränkning av röstomfånget jämfört med en kontrollgrupp. Detsamma gäller talet vid depression. I en pilotundersökning av sex depressiva patienter framstod talets monotoni som det mest karakteristiska draget förutom svag intensitet och långsamt tempo (Hill & Holmqvist, 1974). Med utgångspunkt från detta fynd vore det av intresse att pröva möjligheten att objektivera effekten av antidepressiv behandling genom registrering av röstomfånget. Sådana registreringar kan tänkas vara av värde även för differentialdiagnostiken av stamning. Från undersökningar av smärre grupper av stammare rapporteras nämligen en tendens till monotoni hos stammare med tidig organisk hjärnskada, medan intonationen var livlig vid psykogen stamning utan hållpunkter för organisk hjärnlesion (Schilling & von Göler, 1961; Luchsinger & Dubois, 1963),

Avvikelser beträffande röstomfånget är inte ovanliga hos foniatriska patienter (jfr nedan, avsnitt 12.1.). Det är beklagligt, att förekomsten av monotoni hittills endast kunnat observeras med subjektiva metoder, dvs genom avlyssning. Härvid försvåras bedömningen därav att ett subjektivt intryck av monotoni kan uppstå även utan att omfånget hos den i talet förekommande distributionen av grundtonfrekvenser egentligen är inskränkt. Ett sådant intryck kan uppstå vid ständig upprepning av ett enahanda intonationsmönster (Schilling & von Göler, 1961; Saxman & Burk, 1968). Denna senare brist på grundtonsvariation bör, t.ex. genom beteckningen "stereotyp", noga skiljas från monotoni eller inskränkt röstomfång. I detta senare fall kan intonationsmönstret mycket väl variera, men intonationskurvans avvikelser från centralvärdet är snävare än normalt.

Beteckningen röstomfång kräver närmare precision, då det inom foniatrin har minst tre olika användningsområden. Med det biologiska omfånget menas det totala omfång inom vilket fonation är möjlig utan avseende på kvaliteten. Det biologiska omfånget omfattar enligt flera undersökningar något mer än tre oktaver och sträcker sig hos män från ungefär 80 till knappt 700 Hz och hos kvinnor från knappt 140 till omkring 1 000 Hz (Ptacek & Sander, 1966; Hollien & al., 1971; Coleman & al., 1977). Hos äldre reduceras det biologiska omfånget med ca. åtta halvtonsteg, främst genom förlust av de högsta tonerna (Ptacek & Sander, 1966 a).

Det musikaliska omfånget, inom vilket det är möjligt att sjunga med acceptabel klang, har tilldragit sig större intresse, inte minst p.g.a. dess betydelse för sångpedagogiken. Nödvändigheten att i skolsången ta hänsyn till barnens röstomfång uppmärksammades redan 1889 av von Engel (cit. fr. Westerlund, 1972) och 1908 publicerade Flatau och Gutzmann en studie av skolbarns sångröst baserad på inte mindre än 575 försökspersoner. Enligt denna undersökning ökade det musikaliska omfånget hos båda könen från 7 - 8 halvtoner vid 7 års ålder till ungefär 1 1/2 oktav vid 17 års ålder; många av flickorna uppvisade dock ett musikaliskt omfång på nära två oktaver redan omkring 12 års ålder. Enligt en modern undersökning (Frank & Sparber, 1970 a) har den åldersbetingade utvecklingen av rösten accelererat på senare tid, och barn har numera redan vid sju års ålder samma musikaliska röstomfång som de tidigare uppnådde med elva år, nämligen knappt två oktaver. En avsevärd inskränkning av omfånget äger rum i samband med målbrottet (Naidr & al., 1965), medan det under aktiv vuxenålder ligger väsentligen konstant vid en nivå som ganska allmänt brukar anges med två oktaver (ex.: Böhme & Hecker, 1970). I

en annan undersökning av 2 000 genomsnittsröster från icke sångutbildade personer uppnåddes emellertid inte i något fall ett omfång på två oktaver. Det musikaliska omfångets övre gräns var härvid i allmänhet sänkt med mellan fyra och nio halvtoner jämfört med uppgifter i den tidigare litteraturen, medan omfångets nedre gräns inte hade undergått någon motsvarande förändring (Frank & Sparber, 1970 b). Uppskattningar av det musikaliska omfånget måste rimligen influeras av bedömnarnas kvalitetskrav på sångrösten och försökspersonernas sångutbildning. I en undersökning av 35 icke-sångare och 8 sångare registrerade Colton & Hollien (1972) musikaliska omfång på 36 resp. 44 halvtonsteg, dvs. av samma storleksordning som det ovan nämnda biologiska omfånget.

Den foniatriska sjukvården är i första hand inriktad på att ta hand om störningar i den muntliga kommunikationsförmågan. Härvid är det främst av intresse att notera det tonfrekvensomfång, inom vilket rösten varierar under pågående tal, d.v.s. i n t o n a t i o n s o m f å n g e t. Detta lär ha beskrivits redan kring begynnelsen av vår tideräkning av Dyonyosios från Halikarnassos (cit. fr. Zwirner, 1952) och angetts omfatta 14 halvtonsteg, en uppgift som harmonierar överraskande väl med betydligt modernare resultat (jfr. litteraturangivelser till kap. 10).

Begreppet "intonation" betecknar allmänt de fluktuationer i tiden hos talröstens grundtonfrekvens, som betingas av utsagans språkliga utformning och innehåll. Vid språkvetenskapliga undersökningar av talet är intresset vanligen i första hand inriktat på temporala mönster hos dessa fluktuationer och deras relation till talets informationsinnehåll. Förekommande skillnader mellan olika talare beträffande röstläge och -omfång saknar då i allmänhet relevans eller rentav stör undersökningen, så att man sökt eliminera dem genom standardisering av talet (jfr. t.ex. Levitt & Rabiner, 1971).

I motsats till flertalet intonationsstudier är föreliggande arbete i första hand inriktat på att registrera fördelningen av grundtonfrekvenser i talsignalen genom angivelse av ett centralvärde och ett variationsmått för denna fördelning. Detta utesluter tidsaspekten på grundtonfluktuationerna. Ett och samma grundtonfrekvensomfång kan lika gärna ha täckts av ett skiftande som av ett stereotyp återkommande frekvensmönster, och histogrammet över röstfrekvensfördelningen kan vara lika i båda fallen.

Intonationsomfånget utgör således den variation av röstens grundtonfrekvenser, som är mest relevant för denna undersökning. Det är lika med den totala variationsvidden och därför olämpligt som variationsmått, då det alltför mycket på-

verkas av enstaka extrema mätvärden. I stället används vanligen standarddeviationen för att uttrycka spridningen, speciellt när såsom här det aritmetiska medelvärdet bildar centralvärde. Som nämnts i metodbeskrivningen (jfr ovan. kapitel 7) har dock i detta arbete i stället använts 60- resp. 70-procentomfånget eller 20- resp. 15-percentilavvikelsen ( $P_{20}$ - resp.  $P_{15}$ -avvikelsen) som variationsmått, vilka i storleksordning närmast motsvarar ett omfång på  $\pm$  en standarddeviation, och det är dessa mått som här avses med beteckningen röstomfång.

9.2. Syfte och metod. - Samtidigt med den i föregående kapitel beskrivna jämförande studien av röstläget och med samma syfte (avsnitt 8.1.) genomfördes en jämförande undersökning av röstomfånget ( $P_{20}$ -avvikelsen). Försöksbetingelserna var således identiska med de ovan i avsnitt 8.2. - 8.4. beskrivna. I motsats till röstlägesstudien kunde resultaten av omfångsskattningen dock inte uttryckas kvantitativt utan endast kvalitativt i beskrivande termer. Härvid användes en femgradig skala som bedömarna brukade enligt eget subjektivt gottfinnande från 1. "mycket monotont" till 5. "mycket livlig". Den femgradiga skattningsskalan fanns införd i bedömarnas formulär till provprotokoll (app. 8.1.)

Intervallen i en bedömares subjektiva skattningsskala måste förutsättas variera liksom även olika bedömares skalor sinsemellan. De erhållna resultaten uppfyller således inte villkoren för parametrisk statistisk prövning. Analysen har i stället genomförts genom beräkning av den Spearman'ska rangkorrelationen ( $r_s$ ), varvid medelvärdet av fyra röstomfångsmätningar ( $P_{20}$ -avvikelsen) jämförts med de tolv lyssnarnas enskilda skattningar av resp. röstomfång (tabell 9.1. och 9.2.).

Dessutom beräknades rangkorrelationen ( $r_s$ ) mellan det uppmätta medelvärdet och lyssnarmedianen för vardera experimentet A och B samt för vardera gruppen mans- och kvinnoröster. I orienterande syfte beräknades härvid även produktmoment-korrelationen ( $r_{xy}$ ). Slutligen undersöktes lyssnarnas förmåga att reproducera sina egna resultat från upprepade skattningar. Med hänsyn till den goda överensstämmelsen betr. tendenser och signifikansnivåer mellan de föregående non-parametriska och parametriska korrelationsberäkningarna användes härvid endast produkt-moment-korrelationsberäkningar. För resultatanalysen av upprepade skattningar beräknades även den genomsnittliga differensen av parade observationer.

Tabell 9.1.

Det uppmätta röstomfånget eller  $P_{20}$ -avvikelsen ( $\bar{x}$ ) och lyssnargrupsmedianen ( $Md_y$ ) för skattningen av röstomfånget vid försök A och B.

Försök A			Försök B				
Inspelning nr	kön	$\bar{x}$ halvtonsteg	$Md_y$ bedömningsklass	Inspelning nr	kön	$\bar{x}$ halvtonsteg	$Md_y$ bedömningsklass
1	K	6	4	1	M	5,75	4
2	K	4,75	2	2	M	6,5	3
3	M	7,5	2	3	M	4	2
4	M	7,75	3	4	K	6	4
5	K	5,25	3	5	M	4,5	2
6	K	4	1	6	K	5,25	3
7	K	-	-	7	M	4	2
8	K	4	2	8	M	3,25	1
9	K	5	3	9	M	7,5	2
10	K	5,5	3	10	M	6	4
11	K	5	3	11	K	6	3
12	K	5,25	3	12	M	6,75	2
13	K	6	3	13	M	7	3
14	K	4,25	2	14	M	7,75	3
15	K	5	2	15	M	8	2,5
16	K	6	3	16	M	5,75	2
17	M	6,75	3	17	K	4	2
18	M	7	3	18	M	4,25	2
19	K	6	4	19	M	5,5	3
20	M	4	2,5	20	M	6,75	3
21	K	4	1	21	M	5,25	3
22	K	4	2	22	M	4	3

Medelvärde för uppmätt röstomfång, manliga röster: 5,7 halvtonsteg

Medelv. för gruppmedianen av skattat omfång, manl. röster: 2,53 klasspoäng

Medelvärde för uppmätt röstomfång, kvinnliga röster: 5,0 halvtonsteg

Medelv. för gruppmedianen av skattat omfång, kvinnl. röster: 2,56 klasspoäng

9.3. Resultat och diskussion. - Medianen av lyssnargruppens resultat från omfångsskattningen framgår av tabell 9.1., där även det uppmätta röstomfånget ( $P_{20}$ -avvikelsen) för resp. röst har angetts. Resultatet av rangkorrelationsberäkningen för visade mätdata och samtliga 516 enskilda skattningar blev  $r_s = 0,55$  (tabell 9.2.).

Tabell 9.2.

Korrelationstabell och rangkorrelation ( $r_s$ ) för försöken A + B sammantagna.  $\bar{x}$  = röstomfång ( $P_{20}$ -avvikelse), medelvärde av fyra mätningar (halvtonsteg).  $y$  = röstomfång, enskilda bedömares skattningsresultat (12 lyssnare).

y	12	156	132	132	72	12	Summor
5			1	3			4
4		2	29	48	10		89
3		40	<u>74</u>	<u>63</u>	<u>44</u>	6	227
2	4	<u>86</u>	25	16	18	6	155
1	<u>8</u>	28	3	2			41
	3	4	5	6	7	8	$\bar{x}$ (st)

$$r_s = 0,55^{**}$$

Liksom vid skattningen av röstläget noteras en centraliseringstendens (Drever, 1972), i det att bedömarena undvikit skattningsskalans extremvärden. Av kolumn- och radsummeringarna i tabell 9.2. framgår att röstexemplen valts så att även extremvärden blivit ganska väl representerade, men att lyssnarna har gjort mycket begränsat bruk av de extrema skattningsklasserna. Mest markant är detta betr. röstomfång på 6 halvtonsteg (st) och däröver. Som framgår av de i korrelationstabellen understrukna maximivärdena har dessa röstomfång oftast skattats som ordinära ( $y = 3$ ).

Diskrepansen mellan relativt höga värden på uppmätt röstomfång och låga värden vid skattningen framträder speciellt tydligt beträffande de undersökta mansrösterna. Ingen av dessa med ett uppmätt röstomfång av 7 halvtonsteg eller däröver har vid bedömningen erhållit ett högre medianvärde än 3. En anledning kunde vara att den här valda  $P_{20}$ -avvikelsen som mått på röstomfång givit alltför stora utslag. För att pröva detta jämfördes  $P_{20}$ -avvikelsen för de använda rösterna med dubbla standarddeviationen, beräknad utifrån mätdata för dessa rös-

ter. Härvid erhöills god överensstämmelse mellan de båda mätten på röstomfång.

Snarare torde lyssnarna haft betydande faktiska svårigheter att skatta omfånget hos de bedömda rösterna. Härpå tyder också resultaten av korrelationsberäkningarna som visas i tabell 9.3. I båda de använda korrelationsuttrycken noteras samma tendens, nämligen att överensstämmelsen mellan mätt och skattat röstomfång är begränsad. Den är dessutom sämre för manliga röster än för kvinnliga (kvinnliga röster övervägde till antalet i försök A, manliga i försök B), något som emellertid i viss utsträckning kan ha samband med att det uppmätta röstomfånget i genomsnitt var 0,7 halvtonsteg lägre hos kvinnorna än hos männen.

Tabell 9.3. Erhållna korrelationer vid jämförande undersökning av röstomfånget.

Jämförda par:		korrelationer:	
x	y	$r_s$	$r_{xy}$
Medelv. av fyra mätningar	samtliga 516 enskilda skattningar	0.55**	
Försök A - " -	medianen av 12 skattningar	0.66**	0.55**
Försök B - " -	- " -	0.43*	0.45*
Manl. talare - " -	- " -	0.42*	0.50*
Kvinnl. " - " -	- " -	0.88***	0.82***
Upprepad skattning:	x	y	$r_{xy}$
5 manliga talare	12 enskilda skattningar vid förs. A	12 enskilda skattningar vid förs. B	0,40 **
5 kvinnliga talare	- " -	- " -	0,73 **
10 manliga och kvinnliga talare	- " -	- " -	0,64 **

Resultaten av den upprepade omfångsskattningen (tabell 9.3.) uppvisar samma tendens till bättre överensstämmelse beträffande de kvinnliga talarna. Dessa resultat har med hänsyn till den goda överensstämmelsen mellan de föregående non-parametriska och parametriska korrelationsberäkningarna enbart prövats med parametriska metoder. Den erhållna korrelationen,  $r_{xy} = 0,64$ , är måttlig och över-

ensstämmar i sin storleksordning med den som erhöles vid jämförelsen mellan uppmätta och skattade resultat. En tredjedel av de enskilda lyssnarna uppnådde inte ens någon signifikant korrelation mellan resultaten från sina båda bedömningar.

Vid resultatanalysen av upprepad skattning har även beräknats den genomsnittliga differensen av parade observationer. För inte mindre än två av de tio skattade röstomfången erhöles signifikanta skillnader. Medelvärde för samtliga differenser var dock obetydligt, - 0,01 skattningsklasser, vilket torde utesluta en systematisk skillnad mellan de båda bedömningarna.

9.4. Konklusion. - Jämförelsen mellan den subjektiva skattningsmetoden och den objektiva mätningen av röstomfånget har således inte kunnat genomföras lika stringent som den ovan beträffande röstläget. Detta beror på avsaknaden av ett kvantitativt mått på skattat röstomfång, vilken medför osäkerhet beträffande intervallen mellan bedömarresultaten och bristande överensstämmelse mellan de i båda metoderna använda måtten för att uttrycka röstomfånget. Lyssnargruppens resultat av röstomfångsskattningen uppvisar så stora brister, att de kan sägas dokumentera omöjligheten av att i enskilda fall erhålla tillförlitliga bestämningar av röstomfånget genom subjektiv skattning. Å andra sidan kan det genom den här framlagda delstudien anses visat, att röstomfångsbestämningar med den föreslagna metoden för glottografisk frekvensindikering är en kliniskt användbar metod, som förhoppningsvis kan fylla behovet av objektiva sådana registreringar inte enbart inom foniatrin utan även inom andra medicinska verksamhetsområden.



## 10. "Normalvärden" för röstläge och -omfång vid tal.

Resumé. - Röstläget och -omfånget har registrerats hos 206 röstfriska personer i syfte att jämföra resultaten från den glottografiska frekvensindikeringsmetoden med rapporter i litteraturen från liknande undersökningar. De här framlagda resultaten kan dessutom jämföras med egna fynd som erhållits vid ändringar av försökssituationen i olika avseenden, och som redovisas i följande avsnitt. Varje försöksperson har blivit registrerad vid två tillfällen med cirka sju veckors mellanrum. På så sätt har det varit möjligt att studera den normala intraindividuelle variationen beträffande röstläge och -omfång, en faktor som såvitt känt inte har beaktats i tidigare undersökningar av liknande art.

10.1. Tidigare undersökningar. - De tidigaste objektiva röstfrekvensundersökningarna genomfördes i USA på 1940- och 50-talen (Curry, 1940; Pronovost, 1942; Fairbanks & al., 1949; Snidecor, 1951; Duffy, 1958/1970; Hollien & Malcik, 1962 a; Hollien & al., 1965 a och b). De på den tiden tillgängliga fonofotografiska eller fotofonellegrafiska metoderna för grundtonsdetektering var utomordentligt mödosamma och tidskrävande, så att antalet undersökta försökspersoner starkt måste begränsas. Frågeställningarna var främst att följa röstlägesförändringen vid målbrottet, varom mera nedan, och att skaffa experimentellt underlag för bestämningen av "naturligt" eller "optimalt" röstläge.

Dessa begrepp utgår från föreställningen, att det vid röstterapi är möjligt och lämpligt att "placera" röstläget vid en bestämd nivå. Denna skulle ganska enkelt kunna fastställas med utgångspunkt från talarens totala musikaliska omfång, ibland inkluderande falsettregistret. Emellertid förekom en mångfald olika sådana metoder för bestämning av det optimala röstläget. Pronovost (1942) anger inte mindre än tio. Det optimala läget skulle t.ex. ligga en fjärdedel eller en tredjedel av det totala omfånget över den lägsta sångbara tonen. De nämnda föreställningarna om röstlägesplacering saknar inte helt intresse i detta sammanhang, då de i några undersökningar bildat utgångspunkt för en experimentell bestämning av den intraindividuelle variationen vid upprepad registrering av just den lägsta tonen i det musikaliska omfånget, "basal pitch level" (Cooper & Yanagihara, 1971; Austin & Leeper, 1975). Denna lägsta röstfrekvens uppges variera med upp till tre halvtonsteg mellan olika undersökningstillfällen hos samma talare och rekommenderas därför endast med förbehåll som referensnivå vid bestämning av det optimala röstläget. Dessa uppgifter angående den intraindividuelle variationen av lägsta tonen i det musikaliska omfånget kan jämföras med resultaten i denna undersökning beträffande röstlägets och -omfångets intraindividuelle variation vid olika undersökningstillfällen.

Behovet av longitudinella studier på stora grupper av försökspersoner för att erhålla normativa data bl.a. angående ändringen av röstläget vid målbrott (Hollien & Malcik, 1967 a) gav i Florida (Communication Sciences Laboratory, Gainesville) vid mitten av 1960-talet anledning till konstruktionen av en datoriserad apparatur för grundtonsbestämning, den s.k. Fundamental Frequency Indicator. Denna bestod i princip av en serie halvoktav lågpasfilter anslutna till snabba kopplingskretsar för grundtonfrekvensmätning från den akustiska talsignalen. Erhållna mätvärden stansades på remsa och kunde efter överföring till IBM-kort bearbetas statistiskt i en dator. Systemet innebar en avsevärd arbets- och tidsbesparing, även om resultaten ej erhöles i realtid. Dess tillkomst medförde ett genombrott i USA för normativa röstfrekvensstudier baserade på stora grupper av försökspersoner (Michel & al., 1966; Hollien & Paul, 1969; Hollien & al., 1972 a och b; Hollien & Jackson, 1973; Majewski & al., 1972).

Enstaka röstfrekvensundersökningar på grundval av stora informantgrupper har redovisats även från andra håll, bl.a. i Tyskland av Rappaport (1958) och i Frankrike av Chevrier-Muller & al. (1971 a). Den senare undersökningen utgår huvudsakligen från elektroglottogram, varvid periodlängderna mätts manuellt. En datorbehandling av elektroglottografiska periodlängdsvärden har föreslagits av fonetikergruppen vid Londons universitet (Abberton, 1976), där man dock i första hand varit intresserad av att söka ett kvantitativt uttryck för röstkvaliteten.

Tidigare undersökningar av talröstens grundtonfrekvens citeras här i form av två tabeller, i vilka har införts även en sammanfattning av resultaten från föreliggande studie (tabell 10.1 och 10.2). Uppgifterna angående det normala röstläget hos vuxna i aktiva åldrar varierar således mellan 100 och 144 Hz för mansrösterna och mellan 180 och 255 Hz för kvinnliga röster. Dessa yttervärden för kvinnligt röstläge uppfattas som extrema: det lägre värdet kan (enl. Abberton, 1976) bero på hög tobakskonsumtion bland de undersökta talarna; det högre värdet kan vara betingat av undersökningssituationen, telefonsamtal. I båda fallen grundas uppgifterna dessutom på så små informantgrupper som 6 resp. 5 personer. Litteraturuppgifterna angående normalt kvinnligt röstläge kan således sägas variera mellan 186 och 244 Hz.

Uppgifterna för det normala röstomfånget ( $\pm$  en standarddeviation eller motsvarande) varierar mellan 2.6 och 9.6 halvtonsteg för män och mellan 3.4 och 11,2 halvtonsteg för kvinnor. De stora variationerna i uppgifterna inte minst angå-

Tabell 10.1

Litteraturuppgifter angående röstläge och -omfång hos vuxna män.

Författare, år	Språk	Metod för grundton-frekvensanalysen	Talare		$\bar{F}_0$ (Hz)	Omfång*) $\pm s$ (st)
			n	ålder (år)		
Hollien & Jackson, 1973	eng	Fundam.Frequ.Indic.(FFI)	157	18-26	129.4	6.4
Fitch & Holbrook, 1970	eng	akust.+ filter + el. relä	100	18-26	117	4.2
Majewski & al, 1972	pol	FFI (akust. + dator)	103	ca 22 (univ.stud)	138	7.2
Chevrie-Muller, 1971 b	fra	el.glottogr. + manuell mätn.	21	20-61	144	5.0
Hollien & Shipp, 1972	eng	FFI (akust + dator)	125	20-69	114*)	
Mysak, 1959	eng	Fundam.Frequ.Recorder <sup>2)</sup>	15	32-62	113	5.8
Horii, 1975 a	eng	akust + dator (parall. proc.)	65	26-79	113	9.6
Pronovost, 1942	eng	fonofotogr.	6		132	
Rappaport, 1958	ty	frekv.-mätare (Grütz-macher) (telefon-signal)	190		129	4.6
Canter, 1963	eng	oscillogr. + manuell mätn.	17		106*)	5.2
Neelley & al., 1968	eng <sup>1)</sup>	fonellegram	14		100	3.7
Mikheev, 1971	ry	oscillogr. + manuell mätn. (telefon-signal)	6		128*)	9.6
Takefuta & al., 1971	eng	frekv.-mätare + mingogr.	24		127	7.8
Boë & al., 1975	fra	akust + filter + dator	30	adult	118	2.6
Atkinson, 1976	eng	akust + autokorrelation	5	adult	117*)	3.8
Arndt & Leithäuser, 1968	ty	auditivt		> 64	126	
Mysak, 1959	eng	Fundam.Frequ. Recorder <sup>2)</sup>	12	65-79	124	6.0
Hollien & Shipp, 1972	eng	FFI (akust. + dator)	25	70-79	132	
- " -	eng	FFI (akust. + dator)	25	80-89	146	
Mysak, 1959	eng	Fundam.Frequ. Recorder <sup>2)</sup>	12	80-92	141	6.6
Kitzing, 1979 föreliggande undersökning	sv	Glottal Frequ. Indic. (GFI)	51	21-70	110	6.0

\*) Beräknat värde med utgångspunkt från publicerade data.

1) Korta satser

2) Jfr. Dempsey, 1950

Tabell 10.2.

Litteraturuppgifter angående röstläge och -omfång hos vuxna kvinnor.

Författare, år	Språk	Metod för grundton-frekvensanalysen	Talare		F <sub>0</sub> (Hz)	Omfång <sup>*)</sup> + s (st)
			n	ålder (år)		
Abberton, 1976	eng	el.-glottogr.(EGG) + dator	10	ca 20	242	9.6
Fitch & Holbrook, 1970	eng	akust.filter + relä	100	18-26	217	3.4
Dordain & al, 1967	fra	EGG + manuell mätning	22	ca 27	244	
Linke, 1973	eng	fotofonellegraf	27	univ.-stud.	200	6.1 (4.8) **)
Saxman & Burk, 1967	eng	Fundam.Frequ.Indic.(FFI)	9	30-40	196	4.9
Abberton, 1976	eng	EGG + dator	6	ca 40	180	7.6
Saxman & Burk, 1967	eng	FFI (akust. + dator)	9	40-50	189	5.5
Chevrie-Muller & al., 1971 a	fra	akust eller EGG + oscillograf	95	18-99	223 <sup>*)</sup>	7.2
- " - 1971 b	fra	EGG + manuell mätning	21	19-72	226	4.6
Boë & al., 1975 a	fra	akust + filter + dator	30	adult	207	3.4
Snidecor, 1951	eng	fonofotogr	6		212	6.1
Rappaport, 1958	ty	frekv.-mätare (Grütz-macher)	108		238	4.2
Mikheev, 1971	ry	oscillogr. (telefonsignal)	5		255 <sup>*)</sup>	9.1
Takefuta & al., 1971	eng	frekv.-mätare + mingogr	24		186	11.2
Arndt & Leithäuser, 1968	ty	auditivt		> 64	212	
Mc Glone & Hollien, 1963	eng	fonellegraf	10	ca 73	197	5.9
Dardain & al., 1967	fra	EGG + manuell mätning	22	76	209	
Mc Glone & Hollien 1963	eng	fonellegraf	10	85	200	5.4
Kitzing, 1979 föreliggande undersökning	sv	Glottal Frequ.Indic. (GFI)	141	21-70	193	5.4

\*) Beräknat värde med utgångspunkt från publicerade data.

\*\*\*) Efter uteslutande av orimliga extremvärden.

ende röstomfånget understryker nödvändigheten av att grunda normativa röstfrekvensundersökningar på homogena informantgrupper i väl definierade undersökningssituationer. Sådana studier har startats av Hollien & Hollien (1972) i avsikt att jämföra kulturella och klimatbetingade faktorerers inflytande på talröstfrekvensen. Att såväl röstläget som -omfånget ibland kan påverkas av språkligt-kulturella faktorer har visats genom undersökningar av Majewski & al. (1972) och Hanley & Snidecor (1967).

10.2. Röstlägets beroende av åldern. - Vid normativa undersökningar av talröstens grundtonfrekvens förefaller det naturligt att söka korrelera resultaten med mätbara fysikaliska egenskaper hos talaren såsom längd och vikt eller andra antropometriska data t.ex. struphuvudets storlek (Hollien, 1960; Hollien & Curtis, 1962; Hollien, 1962 c). Några signifikanta överensstämmelser av sådant slag framkom dock inte i en noggrant kontrollerad studie av en stor grupp på 157 manliga talare, rapporterad av Hollien & Jackson (1973).

Den enda faktor som frånsett könet har kunnat visas påverka röstläget är åldern. Detta överensstämmer med det förhållande, att lyssnare i stor utsträckning tycks grunda sin skattning av en talares ålder på röstläget, både beträffande barn (Vuoren-Koski & al., 1972) och vuxna (Hori, 1975 a; Shipp, 1969).

Spädbarns röstfrekvens har registrerats till omkring 500 Hz med stora variationer (Flatau & Gutzmann, 1906; Fairbanks, 1942; Ringel & Kluppel, 1964). Mc Glone (1966) fann vid bildbeskrivning hos sex barn i åldern 12 till 24 månader ett röstläge på 443 Hz och ett röstomfång på 6.8 halvtonsteg. De flesta övriga studier av barns röstläge utgörs av jämförelser mellan olika åldersgrupper och har för översiktlighetens skull sammanförts i tabell 10.3. Uppgifterna om röstläget och inte minst även -omfånget vid olika åldrar varierar avsevärt. Detta kan bl.a. sättas i samband med de varierande försöksbetingelserna. En tydlig tendens till en sänkning av röstläget med tilltagande ålder framkommer dock i samtliga material.

Denna tendens accentueras självfallet i samband med målbrottet, som också varit föremål för röstfrekvensforskarnas speciella intresse. Från en stor undersökning av 1014 pojkar i åldern 11 - 16 år rapporteras målbrottet infalla vid 14 års ålder (Pedrey, 1945; jfr även Curry, 1946). Samma ålder anges som tidpunkt för röstlägessänkningen efter puberteten hos 467 flickor, undersökta av Hollien & Paul, 1969. Undersökningar av Hollien & Malcik (1967) och Hollien (1972 b) tyder på att målbrottet hos amerikanska pojkar numera inträder tidi-

gare än för 20 - 25 år sedan och också 1/2 - 1 år tidigare än hos i övrigt jämförbara grupper av europeiska pojkar (jfr. även Schilling & Karthaus, 1961). Eftersom grupperna ej skilde sig beträffande biologiska eller klimatologiska faktorer, spekulerar författarna i möjligheten att skillnaden beträffande röstläget kan vara kulturellt betingad. Som stöd för denna uppfattning anföres dessutom, att de europeiska pojarna uppvisar ett vidare röstomfång än de amerikanska, oberoende av ålder. Till detta kan anmärkas, att även sociolingvistiska faktorer hade förtjänat att framhållas såsom betydelsefulla. Röstförändringarna vid målbrottet har inte speciellt studerats i föreliggande arbete. För en ingående behandling av denna fråga hänvisas till Weiss, 1950.

Sänkningen av röstläget tycks fortsätta även efter målbrottet fast i betydligt långsammare takt. Härpå tyder resultaten av två stora objektiva undersökningar dels av 175 amerikanska män (Hollien & Shipp, 1972 a) dels av 95 franska kvinnor (Chevrie-Muller & al., 1971 a). Enligt tidigare undersökningar skulle röstläget ligga kvar konstant under de aktiva vuxenåren (t.ex. Mc Glone & Hollien, 1963), en uppfattning som i vissa fall dock endast stöddes på auditiva röstlägesskattningar (Böhme & Hecker, 1970). I framskriden ålder tenderar röstläget att höjas. Denna tendens uppges framträda tidigare och vara mera utpräglad hos manliga talare än hos kvinnliga. Den spåras i Holliens material bestående av manliga talare redan från 55-års åldern, och typiska värden för röstläget hos män i 80-årsåldern ligger över 140 Hz (Hollien & Shipp, 1972 a; Mysak, 1959). Hos två grupper kvinnor i 70- och 80-årsåldern kunde Mc Glone (1963) däremot inte visa några säkra avvikelser från normalvärdena i medelåldern beträffande röstläget, medan Chevrie-Muller & al. (1971 a) fann ett påtagligt höjt röstläge hos kvinnor över 80-årsåldern. Uppställningen i de tidigare nämnda tabellerna (10.1 och 10.2) över litteraturuppgifter angående röstläget följer i möjligaste mån de undersökta talarnas ålder. I tabellerna framträder inte några säkra åldersbetingade förändringar vare sig beträffande röstläge eller -omfång.

Tabell 10.3. Litteraturuppgifter angående barns och ungdomars röstläge (Hz) och -omfång,  $\pm$  s eller motsvarande (halvtönsteg).

Författare Ar	Chevrie-Müller 1971 b	Weinberg & al 1970	Fairbanks & al 1949 a	Fairbanks & al 1949 b	Mc Glone & Mc Glone 1972	Eguchi & Hirsch 1969
Språk	fra	eng	eng	eng	eng	eng
Talare: ålder (år)	n. kön 41	66	30 P	30 F	20 F	84 P F
3						298 4.6
4	300					286 3.2
5	3.8 265	248				289 2.7
6	3.6	12.0			249 -	271 2.4
7			294 3.6	281 3.7		263 2.3
8			297 3.9	288 3.3	276 2.6	261 1.9
9						263 1.8
10						262 1.6
11						244 1.5 253 1.8
12						243 1.5 249 1.5
13						221 1.5 240 1.4
14						
15						

(forts.)

Tabell 10.3. Litteraturuppgifter angående barns och ungdomars röstläge (Hz och -omfång, + s eller motsvarande (halvtonsteg)).

Författare, år	Curry 1940	Hollien & al. 1962/65b	Hollien & al. 1962/65b	Hollien & Malcik 1967	Hollien & al. 1962/65b	Hollien & Hollien 1972 b	Hollien & al. 1972 b	Naidr & al. 1965	Duffy 1958/70	Hollien & al.-69 +Michel-66	Arndt & Leithäuser 1968
Språk	eng	eng	eng	eng	eng	eng	sv. po holl.Spa	tyska	eng	eng	tyska
Talare: ålder (år)	18 P	n.U.S. 18 vita P	s.U.S. 18 vita P	s.U.S. 12 vita P	s.U.S. 18 sv. P	U.S. 48 P	180 P	100 P	18 F	467 F	P F
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10	270 4.8	264 4.8	235 5.9	226 7.3	210 7.6						
11									266 5.4		
12						248 6.0	269 7.2	183 -	260 4.9		
13						229 5.6	246 7.6	177 -	245 6.9		
14	242 6.8	233 6.8	186 6.6	184 5.3	158 4.8	193 6.0	218 8.8	141 -			
15						160 6.0	169 9.6	135 -	237 5.3	216 6.1	
16							145 10.0			214 5.9	
17										212 6.7	
18	137 7.2	133 7.2	116 8.8		122 5.7						113 220 -



10.3. Egna undersökningar: Försökspersoner och registreringar. - Före och efter operationer av sköldkörteln eller bisköldkörtlarna genomföres rutinmässigt en undersökning av struphuvudet för att kontrollera funktionen hos rekurrensnerven, som har sitt förlopp i operationsområdet. De åkomor som föranleder operationen inverkar inte på röstfunktionen, varför patienterna i detta avseende kan betraktas som normalfall. I samband med den pre- och postoperativa undersökningen av struphuvudet företogs registreringar av röstläge och -omfång hos 55 män i åldern 19 till 73 år (genomsnitt 46.7 år) och hos 151 kvinnor i åldern 17 till 81 år (genomsnitt 47.9 år). Aldersfördelningen hos båda grupperna av talare framgår i övrigt av resultattabellen (tabell 10.4.). Registreringarna genomfördes med i genomsnitt 7 veckors tidsintervall.

Från undersökningen uteslöts patienter med dysfoni antingen till följd av postoperativ recurrenspares eller av annan orsak, liksom även patienter med starkt avvikande tal, t.ex. p.g.a. utländsk brytning. Såväl före som efter operationen företedde samtliga vid den indirekta laryngoskopin normala förhållanden i struphuvudet. Registreringarna genomfördes på tidigare beskrivet sätt med elektroglossografisk detektering av periodlängderna och matematisk bearbetning av de på band lagrade mätvärdena med hjälp av mikrodator (röstomfånget =  $P_{15}$ -avvikelsen). Före denna analys kontrollerades de elektroglossografiska registreringarna genom bandavlyssning. I enstaka fall bedömdes signalen som alltför osäker, antingen p.g.a. felaktig elektrodplacering eller p.g.a. alltför tjockt mjukdelsskikt på halsen. Även dessa registreringar uteslöts från den fortsatta analysen.

10.4. Resultat och diskussion. - Resultaten av undersökningarna har samlats i tabellform: "Normalvärden" för röstläge och -omfång (tabell 10.4.). De har i tabellen delats upp på respektive åldersgrupper, varvid framgår att informantgrupperna trots sin icke obetydliga storlek är för små för en statistisk säkring av de åldersberoende skillnaderna mellan grupperna. Tabellen skiljer sig i två avseenden från liknande tidigare publicerade resultatsammanställningar angående röstläge och -omfång. Dels har - som tidigare framhållits - den intraindividuelle variationen vid upprepad undersökning för första gången varit föremål för en brett upplagd undersökning. Dels har under varje medelvärde även angivits resp. spridningsvärde (standarddeviationen), vilket är en förutsättning för upprättandet av "normalvärden".

I gruppen av mansröster framkommer inga åldersbetingade variationer av röstläge och -omfång. De kvinnliga talarnas röstläge sjunker däremot kontinuerligt

med stigande ålder utom i den allra högsta, helt i överensstämmelse med ovan relaterade litteraturuppgifter. Dessutom noteras hos de kvinnliga talarna ett större röstomfång vid högre ålder, en tendens som likaledes överensstämmer med tidigare rapporter (Chevrie-Muller & al, 1971 a).

Några säkra åldersbetingade tendenser beträffande variationen vid upprepade registreringar föreligger inte. Den genomsnittliga intraindividuell variationen vid upprepade registreringar var beträffande röstläget ca 2 % hos båda könen. Motsvarande genomsnittliga variation av röstomfånget var 4 % hos männen och 2 % hos kvinnorna, vilka således reproducerade sitt omfång något bättre än männen. Med en informantgrupp bestående av 13 kvinnor och 15 män av olika nationalitet och med skilda sorters tal (prosa, poesi, fri konversation) uppmätte Boë & Rakotofiringa(1975 b) intraindividuell variationer på sju resp. nio procent vid frekvensanalys av den lågpasfilterade talsignalen.

10.5. Sammanfattning. Konklusion. Framtida studier. - Resultaten av den här skildrade delstudien kan sammanfattas i följande uppgifter angående normalvärden och spridning ( $\pm$  en standarddeviation) för röstläge och -omfång ( $P_{15}$ -avvikelsen) hos vuxna män och kvinnor i åldern 21 - 70 år, tillämpliga inom ramen för de angivna försöksbetingelserna:

Manligt röstläge:	110 Hz (spridning 95 - 125 Hz)
Kvinnligt röstläge:	195 Hz (spridning 175 - 210 Hz)
Manligt röstomfång:	6 halvtonsteg (spridning 5 - 7 halvtonsteg)
Kvinnligt röstomfång:	5.5 halvtonsteg (spridning 4 - 7 halvtonsteg)

Dessa värden beträffande röstläge och -omfång överensstämmer i stort sett med tidigare publicerade uppgifter i litteraturen, och även spridningsvärdena motsvarar vad som rapporterats i en enstaka tidigare publikation (Boë & Rakotofiringa, 1975 b). Det skall dock framhållas, att de framlagda resultaten härrör från registreringar av ett beteende och inte ett fysiologiskt förlopp. De är känsliga för en mängd mer eller mindre kontrollerbara faktorer och äger sannolikt en avsevärt mera begränsad giltighet än fysiologiska eller biokemiska normalvärden inom medicinen i övrigt. Säkrare normalvärden torde kunna erhållas genom att studera skilda informantgrupper som i olika avseenden är homogenera, t.ex. beträffande rökvanor, språkligt-kulturell bakgrund etc. Den föreslagna metoden för glottografisk frekvensindikering som arbetar i realtid uppfattas som ett lämpligt verktyg för genomförandet av sådana studier.

Tabell 10.4. "Normalvärden" för röstläge och -omfång ( $P_{15}$ -avvikelsen) bestämda med GFI-metoden

Ålder (år)	Manliga talare					Kvinnliga talare						
	n	$\bar{F}_0$ Hz	Omf.70% st	$\bar{F}_0$ st	d $\bar{F}_0$ st	d omf st	n	$\bar{F}_0$ Hz	omf.70% st	$\bar{F}_0$ st	d $\bar{F}_0$ st	d omf st
< 20	2	107,5	6	32,60	1,57	1	196	5	43,00	0,69	-1	
21-25	9	104,0	5,44	31,86	0,45	0,56	10	210,7	4,90	44,22	0,0	0,30
26-30		15,32	1,13	2,57	1,34	0,53	11	13,78	0,74	1,12	0,74	1,06
31-35	8	122,0	5,38	37,74	0,38	0,25	17	208,0	4,00	43,99	-0,15	0,18
		10,07	0,92	1,43	1,02	0,71	9	15,07	0,78	1,27	0,81	0,60
36-40	8	122,0	5,38	37,74	0,38	0,25	17	195,2	4,94	42,87	-0,25	0,53
		10,07	0,92	1,43	1,02	0,71	9	16,27	1,03	1,52	0,69	1,07
41-45	11	105,9	7,09	31,98	1,15	0,73	14	188,2	5,33	42,17	-0,32	0,67
		18,18	1,70	2,99	2,32	1,35	18	23,59	1,32	2,26	0,94	1,73
46-50	11	105,9	7,09	31,98	1,15	0,73	14	189,9	5,50	42,43	-0,58	-0,21
		18,18	1,70	2,99	2,32	1,35	18	11,37	0,76	1,04	0,73	0,70
51-55	15	109,7	5,47	32,75	0,35	-0,53	23	190,2	5,44	42,43	-0,25	-0,06
		18,55	0,92	2,77	0,99	0,99	14	15,90	1,50	1,38	1,04	1,16
56-60	15	109,7	5,47	32,75	0,35	-0,53	23	189,1	5,83	42,28	-0,18	0,22
		18,55	0,92	2,77	0,99	0,99	14	20,88	1,30	1,91	0,73	1,28
61-65	8	110,8	6,50	32,96	-0,48	0,63	15	187,1	6,29	42,11	-0,80	-0,57
		15,54	0,76	2,58	1,10	0,74	10	19,4	1,38	1,80	1,19	1,34
66-70	8	110,8	6,50	32,96	-0,48	0,63	15	187,2	5,67	42,14	-0,45	0,33
		15,54	0,76	2,58	1,10	0,74	10	17,12	1,45	1,61	1,13	0,82
71-75	2	104,0	8	32,03	0,46	1,5	4	188,5	5,50	42,24	0,16	0,10
							4	19,14	0,97	1,77	1,33	0,57
81-85	2	104,0	8	32,03	0,46	1,5	4	175,5	6,00	40,86	0,62	-0,25
							4	(35,12)	(0)	(3,19)	(0,56)	(0,50)
81-85	2	104,0	8	32,03	0,46	1,5	4	183,5	6,00	41,64	-0,21	0,50
							4	(35,41)	(1,83)	(3,10)	(1,25)	(1,00)
81-85	1	176	5	41,14	0,86	2						
G e n o m s n i t t												
21-70	51	110	6,0	0,41	0,24	141	193	5,40	-0,30	0,13		

Sifferuppgifterna under medelvärdesangivelserna betecknar spridningen (standarddeviationen)

n = antal undersökta talare i resp. åldersgrupp.  $\bar{F}_0$  = röstläget.

Omf. 70 % = röstomfånget. st = halvtönsteg.

d  $\bar{F}_0$  och d omf. = skillnaden i röstläge resp. -omfång mellan två mätningar med ca 7 veckors intervall.

## 11. Skilda variabelers inverkan på röstläge och -omfång.

### 11.1. Utsagans språkliga utformning. Högläsning jämförd med fritt tal.

Resumé. - I syfte att undersöka förekomsten av skillnader i röstläge och -omfång vid högläsning jämfört med fritt tal registrerades röstfrekvensparametrarna hos två grupper på sammanlagt 35 kvinnor. I motsats till rapporter i litteraturen angående högre röstläge vid läsning än vid fritt tal kunde inga sådana skillnader påvisas i föreliggande undersökning. Härav drages den slutsatsen, att prov på fritt tal i samband med inspelningar för kliniskt bruk i varje fall beträffande röstfrekvensparametrarna inte ger någon information utöver läsprovet. Det förefaller således knappast motiverat att vid bandinspelningar av patienters tal rutinmässigt komplettera textläsningen med ett prov på fritt tal.

11.1.1. Tidigare undersökningar. - En viktig del av den foniatriska undersökningen består i en jämförande avlyssning av patientens bandinspelade tal. Såsom talprov användes allmänt högläsning av en standardtext, ej sällan berättelsen om Nordanvinden och solen (13 satser grupperade i 5 meningar; 99 ord, 156 stavelser, App. 7.1.), som sannolikt mest blivit spridd såsom exempel på fonetisk transkription av olika språk enligt IPA (1949). Som jämförelse kan omnämnas den klassiska texten för talfrekvensundersökningsstudier i USA, The Rainbow Passage (Fairbanks, 1937, 6 meningar, 98 ord, 124 stavelser), som till sin karaktär är mera beskrivande.

Ibland avviker patientens röst vid spontantal helt uppenbart från rösten vid läsprovet. Detta måste påtalas vid journalföringen för att kunna vägas in vid framtida bedömningar av inspelningen. För att erhålla mera representativa talprov vid inspelningen kompletterar somliga undersökare läsprovet med ett prov på fritt tal, t.ex. i form av återberättande av den lästa texten. Att sådana prov på fritt tal i allmänhet är mera representativa för patientens spontantal än textläsning har inte visats. Emellertid tycks ett flertal rapporter i litteraturen tyda på förekomsten av systematiska skillnader mellan fritt tal och textläsning.

Tabell 11.1.1. utgör en sammanställning av sådana rapporter. Undersökningarna har i allmänhet genomförts i syfte att jämföra olika grupper av talare, vilka varierat i vissa avseenden, t.ex. betr. ålder, språk, beteendemönster etc. (jfr tabellens andra kolumn). Som synes förekommer rapporter både om en höjning och en sänkning av röstläget vid läsning jämfört med fritt tal. Försöksbetingelserna i de olika undersökningarna har skiftat, främst beträffande arten av det använda spontantalet. Dessutom har informantgrupperna i allmänhet varit små och endast Holliens (1973) undersökning av 157 män i tjugooårsåldern kan

Tabell 11.1.1. Tidigare publicerade uppgifter, angående röstläge och -omfång vid fritt tal och högläsning. \*)

Författare	Talare	n	Röstläge (Hz)		Omfång, $\pm$ s (ST)	
			fritt tal	läsning	fritt tal	läsning
Snidecor, 1943	män superior speakers	6	120	132	5.3	6.6
Hanley, 1949	män General American	9	111	119	4.4	2.6
	Southern -"-	11	136	135	4.8	3.8
	Eastern -"-	7	117	125	5.6	5.4
Mysak, 1959	män, 32-62 år	15	111	113	5.8	5.8
	" 65-79 år	12	120	124	5.6	6.0
	" 80-92 år	12	137	141	6.8	6.6
Hanley & al., 1966	män spanska	8	121	125	5.2	5.6
	japanska	8	117	131	6.4	7.0
	amerik. engelska	8	95	106	4.8	6.8
Saxman & Burk, 1968	kvinnor schizofrena kontrollgrupp	37	188	198	7.1	7.0
		22	182	188	6.4	6.0
Lerman & Damstē, 1969	män homosexuella heterosex.kon- trollgrupp	13	114	117	-	-
		13	113	120	-	-
Hollien & Jackson, 1973	män, 18-26 år	157	123	129	6.4	6.4
Gilbert & Weismer, 1974	kvinnor, 30-54 år rökare icke-rökare	10	168	164	15.2	13.0
		10	176	183	6.8	9.4
Kitzing, 1979 föreliggande undersökning	kvinnor, 19-65 år	35	210	209	4.3	4.4

\*) N.b. att undersökningarna genomförts med skiftande metodik.

därför tillmätas en normativ betydelse, Litteraturuppgifterna kan sammanfattas i konstaterandet att de rapporterade nära fyrahundra talarna i genomsnitt höjt sitt röstläge med ca. 4 % vid läsning jämfört med fritt tal medan röstomfånget inte ändrats. Faktorer som främst påverkat röstlägesdifferensen mellan fritt tal och läsning tycks vara talarens dialekt och språk (Hanley, 1949 och Hanley & al., 1966, med reservation för det ringa antalet undersökta talare), vilket förefaller rimligt. Uppdelningen i dialekt- och språkgrupper innebär nämligen troligen samtidigt en uppdelning i sociolekt och ju mera sociolekten närmar sig skriftspråket, desto mindre skillnader torde kunna förväntas mellan uppläst och fritt tal.

En viktig variabel är utsagens karaktär, dels i den lästa texten, dels i det fria talet. I Holliens studie läste försökspersonerna R.L. Stevenson, Apology for Idlers, efter riklig föregående lästräning. Som fritt tal fick de själva välja ettdera av fyra lustbetonade ämnen, t.ex. Vad jag helst gör på semestern. Liknande ämnen har använts av övriga författare utom Lerman, som använde talarnas svar på ställda frågor, och Gilbert, som använde bildbeskrivning. En intressant metod användes av Snidecor, som först lät sina talare hålla ett fritt anförande. En bandupptagning av detta skrevs ut och samma text användes en vecka senare som läsprov. Detta förfaringssätt resulterade främst i en anmärkningsvärd ökning av röstomfånget vid läsning.

På grundval av uppgifter i litteraturen kan det således synas berättigat att vid inspelningar av talet för foniatriskt ändamål rutinemässigt komplettera läsprovet med ett prov på fritt tal för att erhålla ett mångsidigare underlag för bedömningen.

11.1.2. Egen undersökning. Försökspersoner och genomförande. - De undersökta talarna bestod av två grupper, av vilka den första rekryterades bland sjuksköterskeelever och den andra bland patienter som remitterats till laryngologisk kontrollundersökning inför förestående strumaoperation (jfr kap. 10) En grupp på 22 sjuksköterskeelever hade av en lyssnargrupp bestående av två logopeder och en foniat (förf.) sällats fram såsom normaltalande ur en grupp på 29 elever, som frivilligt ställt sig till förfogande för undersökningen. Även larynxkontrollgruppen var föremål för en viss gallring, i det att av 17 konsekutiva registreringar två uteslöts p.g.a. tekniska fel och två p.g.a. försökspersonernas bristande förmåga att tala svenska. De återstående 13 informanterna uppfattades (av förf.) såsom normaltalande, möjligen efter något mindre stränga bedömningskriterier än betr. den första gruppen. Samtliga försökspersoner blev

i samband med registreringarna undersökta med indirekt laryngoskopi. I några fall noterades måttlig faryngitrodnad, i två fall bland sjuksköterskeeleverna en tendens till transversusinsufficiens och slutligen i två fall bland strumaoperationskandidaterna en lätt uppluckring av stämbandsslemhinnan. Samtliga dessa fynd var så obetydliga, att de bedömdes icke överskrida gränserna för den normala variationen vid laryngologisk undersökning.

I undersökningen deltog således följande två grupper av kvinnliga försökspersoner:

- A. 22 sjuksköterskeelever i åldern 19 - 38 år, genomsnitt 22,7 år.
- B. 13 kvinnor undersökta före strumaoperation i åldern 21 - 65 år, genomsnitt 42,4 år.

Som prov på fritt tal beskrev sjuksköterskeeleverna sin praktiktjänstgöring på en vårdavdelning. Strumaoperationskandidaterna återberättade den lästa texten. Som läsprov användes texten om Nordanvinden och solen. Röstfrekvensregistreringarna och analyserna genomfördes med glottografisk periodlängsdetektering och matematisk analys av mätdata med minidator (Nova 1220, Data General Corp., röstomfånget uttryckt som  $P_{20}$ -avvikelsen) på tidigare beskrivet sätt (kap. 7).

11.1.3. Resultat av den egna undersökningen. - Den genomsnittliga tiden för genomförandet av högläsningstestet skilde sig signifikant ( $p \leq 0,001$ ) för båda grupperna av försökspersoner. Sjuksköterskorna använde i genomsnitt 35 sekunder för denna läsning, strumaoperationskandidaterna 28 sekunder. Provet på fritt tal var ungefär lika långt i båda informantgrupperna. Sjuksköterskeelevernas beskrivning av avdelningsarbetet tog i genomsnitt 50 sekunder, medan strumaoperationskandidaternas återberättande av texten tog 40 sekunder.

Tabell 11.1.2. Genomsnittligt röstläge vid fritt tal och högläsning

Försökspersoner	Genomsnittligt röstläge (Hz)				Medeldifferens vid parvis jämförelse (Hz)	
	vid fritt tal medelv.	spridn.	vid högläsning medelv.	spridn.	medelv.	spridning
Sjuksköterskeelever n = 22	219,9	17,4	218,5	17,0	1,5 <sup>ns</sup>	10,0
Undersökningar före strumaoper. n = 13	191,8	20,1	193,3	19,5	-1,5 <sup>ns</sup>	8,7
Samtliga n = 35	209,5	22,8	209,1	21,6	-0,3 <sup>ns</sup>	9,2

Tabell 11.1.3. Genomsnittligt röstomfång vid fritt tal och högläsning.

Försökspersoner	Genomsnittligt röstomfång, P <sub>20</sub> -avvikelsen (halvtonsteg vid fritt tal   vid högläsning medelv. spridn.   medelv. spridn.)				Medeldifferens vid parvis jämförelse (halvtonsteg) medelv.   spridn.	
	medelv.	spridn.	medelv.	spridn.	medelv.	spridn.
Sjuksköterskeelever n = 22	4,0	1,09	4,4	0,85	-0,36 <sup>ns</sup>	1,00
Undersökningar före strumaoperation n = 13	4,6	1,26	4,5	0,97	0,15 <sup>ns</sup>	1,14
Samtliga n = 35	4,3	1,17	4,4	0,88	-0,17 <sup>ns</sup>	1,07

Signifikansberäkningar med hjälp av t-test vid jämförelse av parade observationer

Resultatet av röstfrekvensanalyserna framgår av tabellerna 11.1.2. och 11.1.3. Vid jämförelse av parade observationer noterades inga signifikanta differenser mellan fritt tal och läsning för någondera lyssnargruppen vare sig beträffande röstläget eller -omfånget. Sjuksköterskeelevernas röstläge låg i genomsnitt 0,7 % lägre vid högläsningen jämfört med det fria talet, medan strumaoperationskandidaternas motsvarande genomsnitt låg 0,8 % högre. För hela gruppen av försökspersoner noterades en differens på endast 0,14 % mellan röstläget vid fritt tal och vid läsning. Det genomsnittliga röstomfånget var hos sjuksköterskeeleverna 0,36 halvtonsteg större vid läsning än vid fritt tal, medan motsvarande värde för strumaoperationskandidaterna var 0,15 halvtonsteg mindre. Som medelvärde för hela gruppen av försökspersoner noterades ett röstomfång som vid högläsning med endast 0,17 halvtonsteg översteg omfånget vid fritt tal.

Spridningsvärdena (standarddeviationen) vid beräkningen av medelvärdet för röstläget uppgick till belopp av sinsemellan snarlik storlek. Vid beräkningen av medelvärdena för röstomfånget noterades däremot en 20 % lägre interindividuell spridning vid läsning än vid fritt tal. Detta har påverkat resultaten av den genomförda korrelationsanalysen. Inför denna har de absoluta frekvensvärdena (Hz) omvandlats till relativa sådana, nämligen halvtonsteg (st) re 16,35 Hz. Produktmomentkorrelationen för röstläget vid de båda proven har beräknats till  $r = 0,92$ . Motsvarande värde för röstomfånget stannade vid  $r = 0,49$ . Den lineära regressionen av resultaten från läsprovet på resultaten från det obundna talet visas i två diagram, fig. 11.1.1. och 11.1.2.

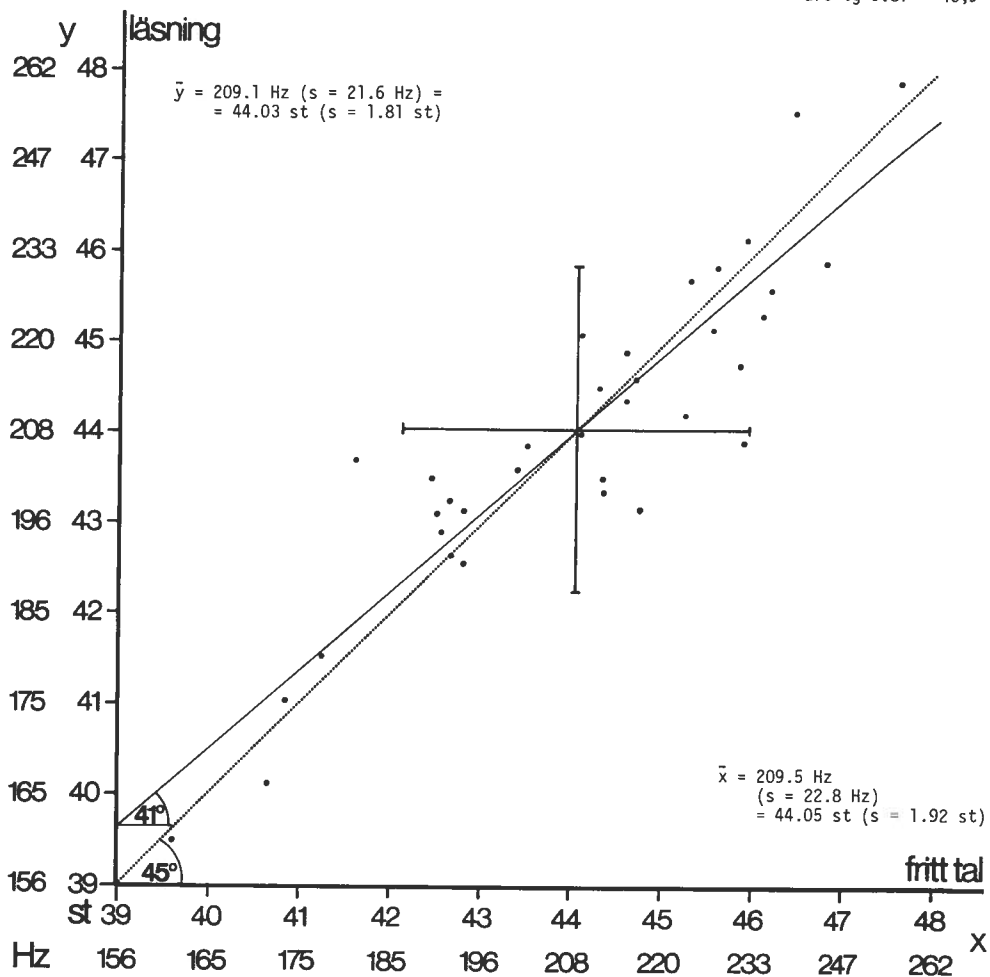


Figur 11.1.1. Lineär regression av röstläget,  $F_0$ , vid läsning (y) på  $F_0$  vid fritt tal (x)

$$r_{xy} = 0.92$$

$$y = 0.87x + 5.81$$

$$\text{arc tg } 0.87 = 40,9^\circ$$

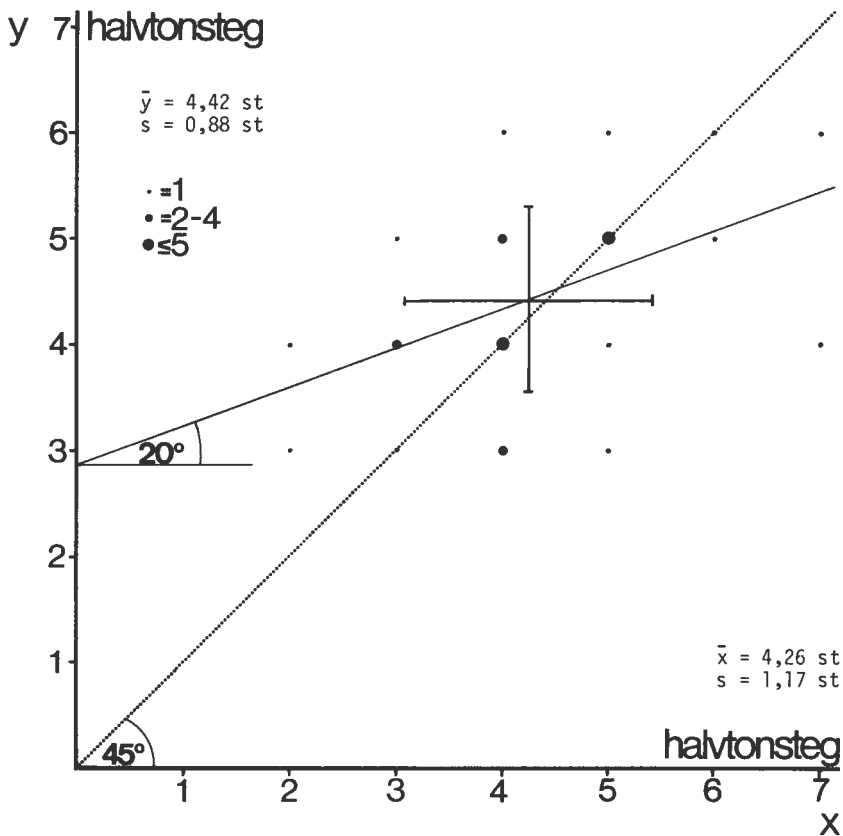


Figur 11.1.2. Lineär regression av röstomfånget ( $P_{20}$ -avvikelsen) vid läsning (y) på omfånget vid fritt tal (x)

$$r_{xy} = 0,49^{**}$$

$$y = 0,37x + 2,87$$

$$\text{arc tg } 0,37 = 20,2^{\circ}$$



11.1.4. Diskussion. - Ursprungligen hade planerats att pröva den aktuella frågeställningen på inspelningsmaterialet från den undersökning som redovisas i följande avsnitt. Med hänsyn till syftet med den undersökningen hade valts ut en grupp unga, alerta informanter, nämligen sjuksköterskeelever, som kunde förväntas genomföra talproven med ett visst mått av entusiasm och inlevelse. Skillnaden mellan tal- och läsprov från sjuksköterskeeleverna blev mindre än förväntat. Det var då osäkert, om den ringa skillnaden borde uppfattas som representativ för enbart denna speciella informantgrupp. Därför utvidgades undersökningen till ytterligare en grupp försökspersoner, strumaoperationskandidaterna. Denna skilde sig från gruppen sjuksköterskeelever genom sin högre och mera varierande ålder och måste även i andra avseenden betecknas som mera heterogen. Gruppen kan betraktas som tämligen representativ för det patientklientel, som kommer till foniatrisk undersökning och på vilket den föreslagna metoden för glottografisk frekvensindikering i första hand planeras komma till användning. Strumaoperationskandidaterna hade i allmänhet mindre lätt för att uttrycka sig än sjuksköterskeeleverna, och det visade sig svårt att finna ett gemensamt ämne, som de skulle kunna tala fritt om. Istället fick man såsom prov på fritt tal nöja sig med ett återberättande av texten. En del av larynxkontrollfallen föreföll något besvärade av den förelagda uppgiften och visade klar ovilja mot att fritt agera i undersökningssituationen. Trots detta kunde i samtliga fall tillräckligt långa avsnitt fritt tal erhållas, för att genomföra röstfrekvensanalysen.

Den noterade tidsskillnaden mellan informantgrupperna vid läsning av demonstrationstexten har uppkommit genom att strumaoperationskandidaterna klart underskred den vanliga lästiden för denna text, medan sjuksköterskornas tid var mera typisk och även överensstämmer bäst med uppgifter angående läshastighet i litteraturen. Mysak (1959) fann en läshastighet på 172,2 ord per minut hos medelålders män, vilket kan jämföras med strumaoperationskandidaternas 212,1 ord/minut och sjuksköterskeelevernas 169,7 ord/minut. Saxman & Burk (1968) beräknade istället läshastigheten i stavelser/sekund och noterade med detta mått ett värde på 4,23 hos tjugotvå kvinnor i trettioårsåldern, mot vilket svarar värden på 5,57 hos strumaoperationskandidaterna och 4,46 hos sjuksköterskeeleverna. En närmare förklaring till strumaoperationskandidaternas uppdrivna läshastighet saknas.

Tiden för inspelningen av det fria talet skilde sig inte signifikant för båda grupperna. Vid fritt tal producerade sjuksköterskeeleverna i allmänhet ett större antal ord per tidsenhet än strumaoperationskandidaterna. Denna skill-

nad har dock i detta sammanhang inte närmare beaktats, då det enbart gällde att erhålla tillräckligt mycket inspelat material av fritt tal för genomförandet av röstfrekvensanalyserna.

Eftersom resultaten från röstfrekvensanalysen av de båda talproven differerade så obetydligt hos båda informantgrupperna, att skillnaden underskred variationen (standarddeviationen) med omkring en tiopotens, har en korrektion av analysen genom en föregående omvandling av de absoluta tonfrekvensvärdena till relativa sådana uppfattats som överflödigt vid jämförelsen av parade observationer. Det står helt klart, att ingendera informantgruppen signifikant ändrade sitt taltonläge vid genomförandet av de båda talproven. För regressionsanalysen har de erhållna röstfrekvensvärdena uttryckts i halvtonsteg, re 16,35 Hz.

Hos strumaoperationskandidaterna noterades vid båda proven ett röstläge som med ungefär en helton underskred det som registrerades för sjuksköterskeleverna. Detta står i överensstämmelse med strumaoperationskandidaternas högre genomsnittsålder (Chevrie-Muller & Decante, 1973. och ovan framlagda "normalvärden", kap. 10). Strumaoperationskandidaternas större spridning vid beräkningen av gruppedelvärdena reflekterar syftet med denna kompletterande undersökning, nämligen att erhålla en mindre homogen informantgrupp än den som utgjordes av sjuksköterskeleverna.

Resultaten av korrelationsanalysen visar god överensstämmelse betr. röstläget. I fråga om omfånget är överensstämmelsen sämre p.g.a. avsevärt större interindividuell variation vid fritt tal än vid läsning, vilket kommer till uttryck i form av högre spridningsvärden. Detta kan hänga samman med den större variationen beträffande utsagens innehåll och språkliga utformning vid fritt tal och den därav ökade variationen av satsintonationen.

11.1.5. - Konklusion. - En i litteraturen ofta dokumenterad höjning av röstläget vid högläsning jämfört med fritt tal har således inte noterats i den här framlagda undersökningen, trots att denna har baserats på två sinsemellan något olika informantgrupper. Orsaken förblir oklar. Den kan vara språkligt-kulturell. Den kan också hänga samman med att den i denna undersökning använda försökssituationen i en klinisk omgivning har hämmat försökspersonernas fria tal, som på så sätt ingalunda alltid kom att vara representativt för deras spontantal, hur detta nu än bör definieras. Den kliniska undersökningssituationen är emellertid just den ram inom vilken den här föreslagna metoden

för glottografisk frekvensindikering i första hand avses fungera. Undersökningen uppfattas därmed ha gett värdefull kunskap om hur en försöksperson kan förväntas variera sitt röstläge och -omfång under just dessa betingelser. Slutsatsen blir, att under de givna förutsättningarna registreringar av fritt tal inte tillför den kliniska undersökningen någon information betr. tonläge och -omfång utöver den som erhålles vid textläsning, och att man därför kan nöja sig med textläsning som talprov.

## 11.2. Inverkan av textinnehållets emotionella kvalitet på röstläge och -omfång. \*)

Resumé. - För att studera röstfrekvensparametrarnas beroende av innehållet och den emotionella karaktären hos den lästa texten registrerades röstläget och -omfånget hos två grupper på sammanlagt 31 kvinnor vid högläsning av tre olika texter, en humoristisk, en tragisk och en indifferent. Härvid noterades endast mycket obetydliga textbetingade variationer av röstfrekvensparametrarna. Jämfört med resultaten vid läsning av den indifferent texten förekom såsom enda signifikanta skillnader en mycket ringa sänkning av röstläget vid läsning av den tragiska texten och en likaledes ringa ökning av röstomfånget vid läsning av den humoristiska texten. De erhållna resultaten stöder uppfattningen, att talinspelningar för kliniskt ändamål i stor utsträckning kan anses jämförbara beträffande röstläge och -omfång, oberoende av den lästa textens emotionella färgning. - Såsom intressant bitynd konstaterades, att tobaksrökning sannolikt medför en sänkning av röstläget, en frågeställning som förtjänar framtida granskning.

11.2.1. Bakgrund och tidigare undersökningar. - Som inledningsvis i kap. 6 framhållits kan den information som överföres genom talsignalen och därmed även dess grundtonfrekvens indelas i lingvistisk, paralingvistisk och extralingvistisk. Med lingvistisk menas i detta sammanhang information som styrs av den språkliga kodens regler för fonemrealisering och intonation, dvs. de segmentella och suprasegmentella aspekterna på uttalet. Utöver det språkligt kodade meddelandet, som inom socialpsykologin betecknats som utsagans representativa del, överför talsignalen även information angående talaren, som därigenom presenteras för åhöraren, utsagans presentativa del. Denna kan antingen vara paralingvistisk, dvs. stå i relation till det språkliga meddelandet, eller extralingvistisk, dvs. vara helt fristående från detta. I det senare fallet rör det sig i allmänhet om relativt permanenta drag i vederbörandes talbeteende, betingade av morfologiskt-fysiologiska förhållanden såsom talorganens utformning och hälsotillstånd, eller av stabila beteendemönster, betingade av t.ex. ålder, mentalt tillstånd (till skillnad från aktuell sinnesstämning) eller stereotypier som kan ha präglats av yrkesrollen. Som exempel på typiskt extralingvistiska drag kan nämnas åldersbetingade röstlägesförändringar eller monotonin vid vissa former av hjärnskada (Luchsinger, 1958; Ptacek & Sander, 1966 b; Shipp & Hollien, 1969). Det är främst denna mera permanenta påverkan av en talares röstläge och -omfång, som är av kliniskt intresse, men den bildar också underlaget för undersökningar av t.ex. talarigenkännande, eng. speaker-identification (La Rivière, 1975; Abberton, 1976).

---

\*) Undersökningen delvis genomförd i samarbete med Ebrelius m.fl., jfr Ebrelius & al, 1976.

De mera fluktuerande paralingvistiska dragen betingas i stor utsträckning av den kommunikativa situationen. De kan sägas ge uttryck för talarens egen reaktion på det språkliga meddelandet eller hans avsikter i relation till lyssnaren: det expressiva och det manipulativa innehållet i utsagan enligt Kauffman, 1954 (cit. från Crystal, 1969), eller också utsagans symptom- och signalfunktion enligt Bühler, 1934 (cit. från Hadding-Koch, 1961).

De här genomförda distinktionerna har anförts i klarläggande syfte och innebär givetvis inget förnekande av att de olika slagen av information i talsignalen vanligen samvarierar mycket och i praktiken kan vara svåra att skilja åt. Klarläggandet har emellertid synts nödvändigt vid betraktandet av litteraturen om emotionalitetens och andra psykologiska faktorers inverkan på röstfrekvensparametrarna, där det ibland förblir ovisst vad som avses. 'Emotionalitet' kan t.ex. beteckna egenskaper hos den undersökte talaren lika väl som kvaliteter hos det semantiska innehållet i hans utsaga. De i detta arbete genomförda delstudierna har som främsta syfte att pröva den föreslagna metoden för glottografisk frekvensindikering. För detta ändamål har det synts lämpligast att undersöka frågan om emotionalitetens inflytande på röstfrekvensparametrarna både med avseende på utsagans emotionella färgning (föreliggande studie) och med avseende på det aktuella stämmingsläget hos talaren eller snarare hans reaktion vid förändring av den kommunikativa situationen (jfr följande avsnitt, 11.3.).

Frågan om hur emotionella kvaliteter hos utsagan påverkar röstfrekvensparametrarna har ingående behandlats av Hadding-Koch (1961). I en studie av sydsvensk intonation gjorde denna författare i anslutning till det kända Bühlerska schemat en uppdelning snarlik den ovan genomförda i företrädesvis informativa, appellativa och reaktiva utsagor. Avgörande för indelningen var utsagans semantiska innehåll och inte dess språkliga utformning. En fråga karakteriserades således i första hand av appellen till åhöraren och inte av den grammatiska frågekonstruktionen. Frågor, liksom uttryck för stark överraskning, indignation och ängslan kännetecknades i denna studie av högt röstläge och stort röstomfång, medan motsatsen gällde för uttryck av likgiltighet, resignation och djup rörelse. Även Bethge (1952) understryker röstfrekvensens beroende av utsagans innehåll och varnar för att anlägga ensidigt medicinska aspekter, där man eventuellt reducerar frågan om röstläget till ett anatomiskt problem om stämbandets längd.

Många forskare har sökt eliminera den språkliga delen av utsagan och undersökt i vilken utsträckning talare ändå kan uttrycka emotionalitet. Detta har skett på inte mindre än fem olika sätt (Crystal, 1969):

1. Användning av nonsensord. - Skinner (1935, cit. från Kramer, 1963) lät försöks personer uttala interjektionen "ah" efter läsning av emotionellt färgad text eller lyssnande till musik som var ägnad att påverka stämmningsläget. Glada "ah'n" uppvisade högre röstläge än sorgsna. De nonsensord som mest har använts i detta sammanhang är räkneorden.

2. Varierande uttal av en text som i sig är mångtydig med hänsyn till sitt emotionella innehåll (använt av t.ex. Sedláček & Sychra, 1963, och Atkinson, 1976)

3. Registrering av icke-språkliga fenomen i talsignalen såsom hastighet, tystnad, skratt, suckar etc. (använt av Fairbanks, 1941).

4. Lågpassfiltrering av talsignalen, så att talet blir oförståeligt och endast röstfrekvensförloppet kan uppfattas. Avlyssnandet av signalen från en elektrolottograf ger samma effekt.

5. Undersökning av det emotionella innehållet i utsagor på för lyssnaren okänt främmande språk (använt av bl.a. Sedláček & Sychra, 1963).

Många studier av emotionalitetens inverkan på röstläge och -omfång går ut på att låta professionella talare eller skådespelare läsa samma språkliga text eller nonsensmaterial samtidigt som de ger uttryck åt varierande känslor. Förmågan att uppfatta vilken känsla som avsetts, anges av Pfaff (1954, cit. från Kramer, 1963), varierar med lyssnarnas socio-ekonomiska status och bildningsnivå, något som av anförda författare förklaras med att professionella talare och välutbildade lyssnare skulle förfoga över en gemensam kod av stereotyper och scentekniker, med vilken lyssnare av andra socialklasser skulle vara mindre väl förtrogna. Detta skulle antyda förekomsten i artistisk framställning av ett "affekternas tonspråk", skiftande för olika samhällsgrupperingar. Möjligheten består således, att professionella skådespelare vid gestaltande av affekter och emotioner tillgriper stereotyper som inte förekommer så mycket i naturligt tal (Kramer, 1963), en reservation som i första hand kan anföras mot de tidigaste röstfrekvensstudierna vid "simulerad emotion" (Fairbanks & Pro-novost, 1938, 1939, 1940).

Forskningen om hur emotioner inverkar på talet kan med Crystal (1969) sammanfattas i att stor enighet råder om att emotionell information överföres mera genom icke-verbala än genom verbala drag i utsagan, men att resultaten i stor



utsträckning är avhängiga av likheter mellan talarnas och lyssnarnas språkliga bakgrund. Emellertid har enligt Crystal hittills alltför stor uppmärksamhet ägnats åt förekomsten av skilda röststereotyper som ger uttryck för emotioner, medan det akustiska underlaget för dessa uttryck blivit alltför litet analyserat, bortsett från generaliserande konstateranden såsom att "röstomfånget ökar vid affekt".

En sådan analys är den av Lieberman & Michaels, 1962, som med en talsyntesmaskin manipulerade emotionellt färgat tal, som därpå av en lyssnargrupp skulle delas in i känslokategorier. Resultaten av dessa experiment ledde till följande slutsatser: 1. Grundtonen är otillräcklig för att överföra hela den emotionella informationen; amplituden spelar en begränsad men klar roll för den korrekta uppfattningen av emotioner. 2. Det finns inte något enskilt akustiskt korrelat till emotionerna. 3. Olika talare använder skilda akustiska parametrar för att ge uttryck åt emotioner. 4. Förutom röstläget och dess variationer tycks snabba variationer i grundtonsförloppet, s.k. perturbationer, ävenledes utgöra ett akustiskt medel med vars hjälp emotioner kommer till uttryck. - Punkterna 1 - 3 överensstämmer med resultaten i en liknande studie av Sedláček & Sychra (1963), som dessutom fann att valet av akustiska medel för att uttrycka känslor kan variera med meddelandets språkliga utformning. Medan skiftningar i röstläge och intonationsförlopp var dominerande faktorer i en sats, saknade de helt betydelse i en annan. - Liebermans och Sedláčeks uppgifter om den stora variationen mellan olika talares sätt att uttrycka emotionalitet kan kompletteras med fynd publicerade av Atkinson (1976), som tyder på att även den intraindividuell variationen för samma talares sätt att uttrycka emfas är betydande.

11.2.2. Egen undersökning. Syfte och uppläggnig. - Uppgiften i föreliggande och följande delstudie har inte så mycket bestått i att studera röstlägets och -omfångets beroende av emotionalitet i och för sig. Vid kliniska undersökningar av röstrubbningar är det i allmänhet de extralingvistiska mera permanenta dragen i patientens tal, såsom t.ex. den kompensatoriska röstlägesförhöjningen vid en recurrenspares eller monotonin vid morbus Parkinson, som tilldrar sig det främsta intresset. De i litteraturgenomgången diskuterade mera snabbt skiftande paralingvistiska dragen, dvs. uttrycken för patientens emotionella författning i den aktuella situationen vid läsning av en speciell text, kan emellertid inverka på undersökningsresultatet och måste hållas under kontroll. Därför har det syntts intressant att fastställa i vad mån icke-professionella talare, i stort sett representativa för patientklientelet vid foniatriska undersökningar, reagerade med att ändra sitt röstläge och -omfång under inflytande

av variationer i den lästa textens emotionella innehåll (föreliggande delstudie) och i den kommunikativa situationen (följande delstudie, avsnitt 11.3.). Undersökningen av textberoende variationer kan dessutom bidra med svar på frågan, i vilken utsträckning röstfrekvensundersökningar som erhållits vid läsning av skilda texter är jämförbara.

Studien av röstfrekvensparametrarnas beroende av textinnehållet genomfördes med två grupper av försökspersoner, dels 13 musikhögskoleelever i åldern 19 - 25 år, genomsnitt 20,5 år, dels 18 undersköterskeelever i åldern 21 - 51 år, genomsnitt 32,7 år. Den förra gruppen förväntades med hänsyn till sin utbildningsinriktning och -nivå reagera speciellt känsligt för emotionella nyanser i den upplästa texten. Den senare gruppen förväntades närmare motsvara genomsnittspatienten på en foniatrisk mottagning. Grupperna skilde sig markant beträffande en faktor som föga beaktats vid undersökningarnas planering, nämligen sin tobaksrökning. Sådan förekom endast undantagsvis bland musikhögskoleeleverna medan den var regel bland undersköterskeeleverna (jfr nedan). Samtliga informanternas röst- och larynx-status var utan anmärkning. Som uppläsningstexter användes avsnitt ur två barnböcker av samma författare, Astrid Lindgren, nämligen Emil i Lönneberga (Rabén & Sjögren, Stockholm, 1963: 36 meningar, 431 ord, jfr appendix 11.2.1.) och Bröderna Lejonhjärta (Rabén & Sjögren, Stockholm, 1970: 33 meningar, 448 ord, jfr appendix 11.2.2.). Båda avsnitten hade valts därför att de skildrar respektive huvudpersoners upplevelser på ett dramatiskt berättande sätt, inbjudande till engagerad, uttrycksfull uppläsning. Avsnitten skiljer sig dock avsevärt beträffande sin emotionella stämning: rapp och humoristisk i avsnittet om Emil; tragisk och patetisk i Bröderna Lejonhjärta. Som referens användes den tidigare nämnda standardtexten om Nordanvinden och solen (5 meningar, 99 ord, jfr appendix 7:1), som också har formen av en berättelse, men med neutralare stämning.

Bandupptagningarna av musikhögskoleeleverna genomfördes i en ljuddämpad inspelningsstudio. Undersköterskornas tal registrerades på deras skola i ett tomt klassrum med ganska påtagligt rumseko och varierande trafikbuller, vilket dock inte bedömdes nämnvärt påverka informanternas läsning och naturligtvis saknade betydelse för den elektroglottografiska registreringen.

Båda grupperna instruerades allmänt om undersökningens karaktär och ombads i tämligen vaga ordalag att läsa texterna uttrycksfullt, dock självfallet utan att det därvid angavs, vilka parametrar i talet som var av speciellt intresse. Före bandupptagningarna hade talarna tillfälle att vid tyst genomläsning be-

kanta sig med uppläsningstexterna. Dessa lästes i sådan ordningsföljd, att den neutrala berättelsen om Nordanvinden ständigt var placerad i mitten, omgiven av de mera dramatiska barnboksavsnitten, som i sin tur alternerade beträffande turordningen. Uppläsningarna genomfördes utan paus och varade drygt 10 minuter.

Liksom vid föregående delundersökning bestod registreringarna i en mikrofonupptagning och en upptagning av den elektroglottografiskt detekterade signalen från glottisvibrationerna. Båda signalerna lagrades samtidigt på band via de båda kanalgångarna hos en stereobandspelare (Revox A 77) Röstfrekvensanalysen genomfördes i efterhand med hjälp av det tidigare beskrivna minidatorprogrammet (Nova 1220, Data General Corp, röstomfånget uttryckt som  $P_{20}$ -avvikelsen).

11.2.3. Resultat och diskussion. - Undersökningens resultat visas i tabell 11.2.1. och 11.2.2. Före redovisningen av de resultat som berodde på valet av uppläsningstext skall framhållas, att en betydande skillnad beträffande genomsnittligt röstläge förekom mellan de båda informantgrupperna. Denna skillnad uppgick i genomsnitt för de tre registreringarna till 19 Hz (9 % av det lägre registrerade värdet för röstläget) och är trots ganska betydande spridning i båda informantgrupperna svagt signifikant ( $p \leq 0,05$ ). Vid läsning av standardtexten noterades en klart signifikant skillnad på 20 Hz ( $p \leq 0,01$ ). Undersköterskeeleverna använde således ett i storleksordningen 10 % lägre röstläge än musikhögskoleeleverna. Beträffande röstomfånget förekom inga signifikanta skillnader mellan informantgrupperna.

Tabell 11.2.1. Genomsnittligt röstläge vid uppläsning av texter med varierande innehåll.

		R ö s t l ä g e ( H z )							
		Neutral (Nordanvinden)		Humoristisk (Emil)		Tragisk (Br.Lejonhjärta)		Samtliga texter	
Talare		Medelv. spridn.		medelv.spridn.		medelv. spridn.		medelv. spridn.	
Musikhögskole- elever	n = 13	224,8	18,67	222,1	19,23	220,2**	18,03	222,36	18,26
Undersköterske- elever	n = 18	204,8	19,67	203,4	22,35	202,1*	20,44	203,44	20,49
Samtliga talare	n = 31	213,2	21,43	211,3	22,77	209,7***	21,20	211,4	21,62

Tabell 11.2.2. Genomsnittligt röstomfång ( $P_{20}$ -avvikelsen) vid uppläsning av texter med varierande innehåll.

Text		R ö s t o m f å n g (halvtonsteg)							
		Neutral (Nordanvinden) Medelv.spridn.		Humoristisk (Emil) medelv.spridn.		Tragisk (Br.Lejonhjärta) medelv. spridn.		Samtliga texter medelv. spridn.	
Talare									
Musikhögskolee- lever	n = 13	4,92	1,26	5,23	1,09	5,15	1,34	5,10	1,21
Undersköterske- elever	n = 18	4,56	1,25	5,17**	1,25	4,56	1,15	4,76	1,23
Samtliga talare	n = 31	4,71	1,24	5,19***	1,17	4,81	1,25	4,90	1,23

Signifikansangivelser i tab. 11.2.1. och 11.2.2. avser differens till den neutrala referenstexten. Signifikansnivåer bestämda genom t-test vid jämförelse av parade observationer.

Den noterade skillnaden i genomsnittligt röstläge mellan informantgrupperna har ytterligare analyserats genom beräkning av resultatmedelvärden dels för den grupp av fem undersköterskeelever som inte rökte, dels för den grupp om sju elever som beträffande åldern motsvarade musikhögskoleeleverna, dvs. ej hade uppnått en ålder av 26 år. Dessa beräkningar baserades på resultaten från läsningen av standardtexten och visas i tabell 11.2.3. Av denna tabell framgår, att det genomsnittliga röstläget för de undersköterskeelever som inte rökte låg mycket nära genomsnittet för musikhögskoleeleverna, trots att dessa i genomsnitt var 13 år yngre. Den grupp om sju undersköterskeelever, som beträffande åldern närmast motsvarade musikhögskoleeleverna råkade av en slump omfatta procentuellt lika många rökare som hela gruppen undersköterskeelever. Genomsnittet av röstläget för denna grupp låg 5,4 % (12 Hz) lägre än motsvarande genomsnitt för de jämnåriga icke rökande musikhögskoleeleverna. t-värdet för denna differens mellan grupperna har beräknats till 2,0, dvs. mycket nära värdet för 5 % -signifikans, nämligen 2,1 (18 frihetsgrader).

Det är således sannolikt att undersköterskeelevernas lägre röstläge berodde på deras högre tobakskonsumtion. Detta överensstämmer med rapporter av Gilbert & Weismer (1974) och Abberton (1976). Tobakens effekt på röstläget är ännu alltför litet undersökt för att tillåta mera allmänna slutsatser. En objektiv registrering av röstläget hos tobaksrökare och jämförelse av deras resultat med normalvärden för icke-rökare skulle kunna användas till att höja dessa patienters motivation för att avstå från rökningen.

Tabell 11.2.3. Delgruppernas genomsnittliga röstläge vid uppläsning av standardtexten.

Talare	Ålder (år) genomsnitt (variations- vidd)	R ö s t l ä g e (Hz)		Rökning	
		medelvärde	standard- avvikelse	> 10 cig./dag (antal pers)	%
Musikhögskole- elever n = 13	20.5 (19 - 25)	224.8	18.67	0	
Undersköterske- elever n = 18	32.7 (21 - 51)	204.8	19.67	13	72
Undersköterske- elever under 26 år n = 7	21.7 (21 - 23)	212.6	9.69	5	71
Undersköt.elever som röker n = 13	33.4 (21 - 51)	198.2	18.04		
Undersköt.elever som inte röker n = 5	30.8 (21 - 45)	222.0	12.53		

Det mest framträdande resultatet av undersökningen är att de textberoende förändringarna av röstläget och -omfånget varit mycket ringa. Beträffande röstläget förekom statistiskt signifikanta skillnader endast mellan referenstexten Nordanvinden och den tragiska texten om Bröderna Lejonhjärta. För musikhögskoleeleverna noterades härvid en sänkning av röstläget med knappt 5 Hz, och för undersköterskeeleverna med knappt 3 Hz. Sänkning låg för båda informantgrupperna sammanslagna vid cirka 1 1/2 procent av röstläget vid läsningen av standardtexten. Mellan den neutrala och den humoristiska texten förekom inga signifikanta röstlägesskillnader.

De textberoende förändringarna av röstomfånget var också genomgående mycket obetydliga och bestod i en svag ökning vid läsning av barnbokstexterna jämfört med standardtexten. Denna ökning uteblev dock vid undersköterskeelevernas läsning av den tragiska texten Bröderna Lejonhjärta. Omfångsökningen nådde signifikansnivå endast vid undersköterskeelevernas läsning av den humoristiska texten, Emil i Lönneberga ( $p \leq 0,01$ ), där differensen mellan de erhållna genomsnittsvärdena för omfånget uppgick till 0,61 halvtonsteg. Enskilda resultat framgår av tabellerna 11.2.1. och 11.2.2.

De erhållna statistiskt säkrade förändringarna i förhållande till referens-

texten går i samma riktning som tidigare rapporterats i litteraturen: sänkning av röstläget vid sänkt stämmingsläge och vidgning av omfånget vid upprymd stämning (Fairbanks & Pronovost, 1938; Hadding-Koch, 1961; Sedláček & Sychra, 1963). Det bör dock framhållas, att de här noterade skillnaderna var mycket ringa. Andra förväntade förändringar uteblev, nämligen en höjning av röstläget vid läsning av den humoristiska texten och en inskränkning av omfånget vid den tragiska. Mest anmärkningsvärt är emellertid, att förändringarna blev så obetydliga, och att båda informantgrupperna uppvisade så likartade resultat. Detta har inträffat trots att speciell uppmärksamhet hade ägnats åt frågorna om valet av försökspersoner och urvalet av texter för deras läsning.

Tillgängliga tids- och undersökningsresurser tillät inte att välja en informantgrupp, vilken var representativ för det patientklientel som vanligen undersöktes på en foniatrisk avdelning. I stället var det nödvändigt att nöja sig med ett urval på mera informella och praktiska grunder. Dessa kan beskrivas såsom en allmän förväntan att de yngre kvinnorna med musikhögskoleutbildning skulle reagera livligare på den dramatiskt-emotionella stämningen i barnbokstexterna än de något äldre kvinnorna med mera genomsnittlig utbildningsnivå. Beträffande båda grupperna gällde det samtidigt att se till, att ingen av informanterna var "professionell" talare. Konstmässig uppläsning, t.ex. av en skådespelare, uppfattades som olämplig för det avsedda ändamålet på liknande grunder som anförts ovan i referat av Kramer (1963). Gruppen av musikhögskoleelever valdes som nämns för att representera en extremvariant av patienter, med förväntade stora textberoende variationer beträffande röstläge och -omfång. Undersköterskeeleverna förväntades däremot reagera mindre på stämmingsvariationer i den lästa texten.

Beträffande texterna syntes det lämpligt att välja en författare som är välkänd för att använda ett klart och okomplicerat språk. Att åtminstone stora drag av innehållet i Astrid Lindgrens böcker var välbekanta för flertalet av försökspersonerna uppfattades som en fördel. Värderingen av den emotionella kvaliteten i resp. textavsnitt fick givetvis ske på rent subjektiva grunder. Möjligheten att ovidkommande språkliga strukturella egenskaper hos texten skulle inverka på resultaten snarare än den emotionella färgning, som var vad som intresserade mest i denna studie, har med försökets uppläggning inte helt kunnat uteslutas. Ur denna synpunkt kunde det t.ex. ha varit lämpligare att använda textavsnitt med mindre varierande meningslängd. Nu har den genomsnittliga meningslängden i de prövade texterna, 11,9 resp. 13,5 ord per mening, kommit att avsevärt skilja sig från referenstextens genomsnittliga meningslängd på 19,8 ord per mening.

Det är med undersökningens nuvarande uppläggning omöjligt att avgöra, om denna faktor inverkat på röstfrekvensparametrarna i en utsträckning som är jämförlig med respektive texters stämmingsläge.

11.2.4. Konklusion. - Det kan konstateras, att en förväntad påtaglig förändring av röstläge och -omfång vid högläsning av texter med varierande stämmingsläge i stort sett uteblivit. Resultatet är i princip likartat för två informantgrupper, som valts p.g.a. olikheter beträffande ålder och utbildningsnivå och därmed även förmodad läsgestaltningens förmåga, och som konstaterats differera avsevärt beträffande sitt genomsnittliga röstläge. Som orsak till detta senare fynd har framhållits tobaksrökningens förmodade effekt att sänka röstläget. Talinspelningar i samband med kliniska undersökningar av rösten torde således inom vida gränser kunna anses som jämförbara betr. röstfrekvensparametrarna oavsett den lästa textens emotionella karaktär. Fyndet av tobaksrökningens inverkan på röstläget förtjänar en mera ingående granskning genom framtida undersökningar.

### 11.3. Situationsupplevelsens inverkan på röstläge och röstomfång.<sup>7)</sup>

Resumé. - Det är en allmän iakttagelse att en talares emotionella engagemang kan påverka hans röstläge och -omfång. För att belysa detta registrerades röstfrekvensparametrarna hos en grupp icke-professionella talare, nämligen 22 sjuk-sköterskeelever, vid gestaltandet av en emotionellt engagerande dialog. Inspelningarna av talet värderades även av en mindre lyssnargrupp med hänsyn till graden av upplevt emotionellt engagemang. Jämfört med resultat från högläsning av en emotionellt neutral referenstext höjde talarna sitt röstläge med 1,5 halvtonsteg och uppvisade en ökning av röstomfånget med 1,5 halvtonsteg. Härvid upplevde lyssnarna en signifikant ökning av det emotionella engagemang som kom till uttryck i talet. Vid en korrelationsanalys kunde dock inte påvisas någon överensstämmelse mellan den enskilde talarens förändring av röstfrekvensparametrarna och lyssnarnas upplevelse av ökat emotionellt engagemang. Resultaten synes tyda på att förändringar av röstläge och -omfång är mera beroende av förändringar i hela den kommunikativa situationen än enbart av utsagens emotionella innehåll (jfr resultaten i föregående delstudie, avsnitt 11.2.). Detta överensstämmer med att funktionella röstbesvär företrädesvis uppträder i situationer av psykisk anspänning. Den bristande överensstämmelsen mellan lyssnarnas upplevelse av engagemang och förändringarna av röstfrekvensparametrarna hos enskilda talare kan sammanhånga med att variationer av röstläge och -omfång inte är på långt när de enda kvaliteter hos talsignalen som förmedlar intryck av emotionellt engagemang. Andra sådana kvaliteter är intensitet och röstkvalitet samt tidsberoende variabler såsom intonationsmönster, talhastighet och pausering. Betydande interindividuela variationer kan antas förekomma mellan såväl talare som lyssnare beträffande i vilken utsträckning röstfrekvensparametrarna utnyttjas för att tolka emotionellt engagemang.

11.3.1. Bakgrund och tidigare undersökningar. - Frågan om hur emotionaliteten påverkar talets melodiska förlopp har intresserat åtskilliga tidigare undersökare (för omfattande litteraturgenomgångar hänvisas till Kramer, 1963, och Crystal, 1969). Som inledning till föregående avsnitt framhölls vikten att vid sådana undersökningar skilja mellan variationer i intonationsförloppet, som är språkligt betingade, och de icke-språkliga dragen i talsignalen. Det är främst dessa och då inte minst röstläget och -omfånget som enligt allmän uppfattning förmedlar emotionell information (Crystal, 1969). Frågan om emotionalitet kan betraktas dels med utgångspunkt från utsagens semantiska innehåll, varvid man kan uppfatta talarens beteende såsom en reaktion på detta, vilket har skett t.ex. i föregående delstudie. Dels kan den också uppfattas som en kvalitet eller reaktionsberedskap hos den enskilde talaren. Givetvis väljer denne i allmänhet även sådana språkliga uttryck för sitt meddelande som står i samklang med hans stämningsläge, så att de här framhållna skilda aspekterna i praktiken kan vara svåra att skilja åt.

Olika undersökningar av hur icke-språkliga egenskaper hos talet kommunicerar psykologisk information om talaren kan lämpligen delas upp i sådana som främst

\* ) Undersökningen genomförd i samarbete med C. Anderson och C. Kolm-Holmgren.



tar hänsyn till relativt permanenta och stabila personlighetsdrag och sådana som är inriktade på snabbare och mera skiftande affektyttringar (Kramer, 1963).

Bland de mera permanenta psykiska tillstånd som blivit undersökta med hänsyn till sitt inflytande på kvaliteten hos talet kan nämnas schizofrenin och depressionen. Vid schizofreni skulle rösten i allmänhet vara högfrekvent, svagare och mindre klangfull enligt Weiss (1964), som dock enbart stödde sig på subjektiva kliniska iakttagelser och också inskränker med, att det egentligen inte finns någon röstkategori som är typisk för alla former av schizofreni. Saxman & Burk (1968) fann i en välkontrollerad undersökning av 37 kvinnor med schizofreni ett signifikant större röstomfång vid högläsning än hos en kontrollgrupp på 22 mentalt friska kvinnor i samma åldersgrupp. Tendensen var densamma vid fritt tal, men här var skillnaden inte statistiskt signifikant. Röstläget var något högre hos de schizofrena kvinnorna jämfört med kontrollgruppen, men inte heller denna skillnad var statistiskt signifikant. Avvikelser hos de schizofrena kvinnornas tal från kontrollgruppen beträffande röstfrekvensparametrarna och den ävenledes undersökta talhastigheten befanns variera i storlek som en funktion av vissa diagnostiska undergrupper av schizofrenin och sjukdomens svårighetsgrad hos den enskilde patienten.

Vid depression fann Weiss (1964) genom subjektiva kliniska iakttagelser en svag, monoton och klangfattig röst med viss förhöjning av röstläget jämfört med efter tillfrisknandet från depressionen. Hill & Holmqvist (1974) fann att en lyssnargrupp vid bedömning av bandinspelad högläsning relativt lätt kunde skilja ut en grupp av sex deprimerade patienter från friska kontrollpersoner. De kriterier som genomsnittligen kännetecknade deprimerade personers tal var en förhöjning av röstläget, svag intensitet, klangfattig och även eljest ned-satt kvalitet och framför allt onyanserad frasering och monoton satsmelodi. Dessa fynd kunde i stor utsträckning objektiveras vid akustisk analys av inspelningarna med bl.a. röstfrekvens- och intensitetsmätning. Resultaten överensstämmer väl med dem som publicerats av Ostwald (1961) och Hargreaves & Starkweather (1964), vilka i stället för att använda en fristående kontrollgrupp registrerade samma patienters tal även efter tillfrisknandet. Mönstret var emellertid ingalunda likartat hos samtliga personer som ingick i dessa undersökningar och möjligheten att objektivt följa psykiatriska patienters tillstånd genom registreringar av deras röstläge bör prövas mera ingående. Möjligen är denna typ av registreringar otillräcklig, då stämmningsläget kommer till uttryck även genom andra, främst temporala drag i talet. En annan osäker

variabel är hur man definierar psykisk avvikelse. I en jämförande undersökning av röstläget hos två grupper av homo- resp. heterosexuella unga män kunde Lerman & Damsté (1969) inte påvisa några som helst skillnader.

Hittills relaterade undersökningar utgår från talarens mentala tillstånd och beskriver egenskaper hos det producerade talet. Brown & al. (1973 och 1974) använde den principiellt motsatta vägen och registrerade lyssnargrupperns värdering av talarens personlighet utifrån talprov som med hjälp av en syntesmaskin hade manipulerats beträffande hastighet, röstläge och röstomfång. Framför allt studerades dessa parametrars inverkan på lyssnarnas uppfattning angående talarnas kompetens och välvilja (eng. benevolence). Härvid ledde en ökning av talhastigheten till en uppfattning om en ökad kompetens, medan den högsta graden av välvilja bedömdes föreligga vid en viss optimal medelsnabb talhastighet. En höjning av röstläget gav intryck av en minskning av såväl kompetens som välvilja, och en ökning av omfånget ledde till omdömen som betecknade ökad välvilja. En minskning av omfånget, dvs. monotont tal, uppfattades däremot liksom röstlägesförhöjningen såsom tecken på både minskad kompetens och välvilja. Förf. framhåller att effekterna av talhastighetsmanipulationerna var mycket mera påtagliga och mindre varierande än effekterna av röstfrekvensmanipulationerna. Dessutom förekom statistiskt signifikanta skillnader i bedömningen mellan de båda röster som blivit manipulerade med hjälp av talsyntesmaskinen.

Lyssnare tycks således utifrån icke-språkliga kvaliteter hos talet kunna komma fram till tämligen likartade uppfattningar om vissa mera permanenta personlighetsdrag hos talaren, såsom nedsättning av den psykiska hälsan eller grad av kompetens och positiv inställning till omvärlden. Men även mera snabbt skiftande sinnesstämningar registreras utifrån den icke-språkliga informationen i talsignalen. I ett experiment av Hecker & al. (1968) kunde en lyssnargrupp med mer än 90-procentig säkerhet avgöra, om de testfraser de ombetts bedöma härrörde från en lugn och avspänd talare eller om talaren i inspelningssituationen utsatts för psykisk stress. Detta gällde dock endast för vissa talare och vid bedömningen av andra sjönk säkerheten till slumpnivå. Samtidigt förekom betydande variationer mellan olika talare beträffande den repertoar av akustiska drag genom vilken stressen kom till uttryck. Så var t.ex. effekten på röstfrekvensparametrarna i detta experiment mycket skiftande: en talare använde konsekvent ett högre röstläge vid stress, en annan gjorde motsatsen och en tredje ändrade sitt intonationsmönster. De kvaliteter hos talsignalen som oftast varierade under stresspåverkan var intensiteten, grundtonfrekvensen och förekomsten av frekvensperturbationer.

Medan de båda ovan relaterade undersökningarna utgick från lyssnarnas förmåga att tolka det emotionella innehållet i talsignalen, har andra studier utgått från den aktuella sinnesrörelsen hos talaren och registrerat hur denna kommit till uttryck i talet. I ett tidigt arbete av Bonner (1943) studerades 52 studenter tal under intryck av mikrofonskräck inför en simulerad radioutsändning. Reaktionerna jämfördes med talet hos tio försökspersoner som i experimentsituationen utsattes för obehagliga upplevelser (åsynen av en orm; förbundna ögon och våt spagetti över armen, etc.) samt tre professionella skådespelares tolkning av simulerad rädsla. I samtliga fall studerades förändringarna i förhållande till talet vid emotionellt neutralt stämmingsläge. Resultaten var likartade för de tre grupperna, nämligen att uttrycken för känslöengagemang kunde gå i diametralt motsatt riktning hos olika personer. Så noterades t.ex. en förhöjning av röstläget vid emotionell spänning hos flertalet försökspersoner, men inte mindre än 30 % av de 65 studerade informanterna sänkte i stället sitt röstläge, en reaktion som iaktogs hos samtliga tre undersökta grupper av försökspersoner. En samtidig vidgning av röstomfånget iaktogs i ungefär 60 % av de undersökta fallen. Författaren varnar utifrån dessa fynd för en alltför förenklande uppfattning, att endast en dimension av talet, såsom t.ex. röstfrekvensparametrarna, skulle vara bärare av emotionell information. Vid en samtidig enkät angående vilken grad av rädsla och obehag försökspersonerna själva kände i experimentsituationen fann man signifikant positiv korrelation mellan storleken av röstläges- och -omfångs förändringarna och graden av subjektiv stress. Avvikelsens storlek från normaltalet tycks således vara relaterad till graden av emotionellt engagemang. Dess riktning förefaller däremot att variera mellan olika talare.

De senast refererade undersökningarna har närmast varit inriktade på att studera effekten av s.a.s. kvantitativa variationer i det emotionella engagemanget på utformningen av talsignalen. Williams & Stevens (1969, 1972) har i en serie studier av talets känslöinnehåll dessutom framhållit betydelsen av kvaliteten hos det emotionella engagemanget. I medveten anslutning till Fairbanks klassiska studier (1938, 1939, 1940, 1941) och med samma teknik att låta skådespelare gestalta känslor av varierande slag kom författarna fram till att mätningar av röstläge och -omfång kan utnyttjas för en kategorisering av talarens sinnesstämning åtminstone enligt kvaliteterna sorg (lågt röstläge, litet omfång) och vrede eller fruktan (høgt röstläge, stort omfång) under förutsättning att talarens normala röstläge och -omfång är kända. Den aspekt i talsignalen som f.ö. tycktes vara den säkraste indikatorn på talarens sinnesstämning var grundtonens variationer i tiden eller med andra ord intonationsmönstret.

Dessa resultat från skådespelares tolkning av varierande känslor kunde i viss utsträckning bekräftas vid jämförande analyser av spontansamtal mellan piloter och flygtrafikledare, dels vid rutinkommunikation och dels inför omedelbart förestående olyckor. Dessutom rapporterar förf. en mycket intressant akustisk grundtonfrekvensanalys av radiokommentatorns tal omedelbart före och i samband med explosionen av luftskeppet Hindenburg, varvid registrerades en betydande förhöjning av röstläget och en vidgning av röstomfånget vid skildringen av katastrofen (op. cit.).

11.3.2. Egen undersökning. Syfte. - Då emotionalitetens inflytande på röstfrekvensparametrarna således är väldokumenterad men å andra sidan mångfacetterad, syntes det vara av intresse att med den nya metoden för glottografisk frekvensindikering registrera, hur friska icke-professionella försökspersoner skulle uttrycka emotionellt engagemang vid en rollgestaltning under inspelningsbetingelser som i övrigt inte skilde sig från rutinmässiga bandupptagningar för kliniskt bruk. Den lugna oengagerade högläsningen av en standardtext vid rutininspelningar kan leda till att patienter härvid företer ett betydligt mera avspänt talbeteende än i de situationer där de har sina besvär. Dessa uppträder företrädesvis under perioder av psykisk anspänning och emotionellt engagemang. Det är mera ansträngande att yttra sig, att argumentera och övertyga än att konversera och småprata. Hittills har det dock varit osäkert, i vilken utsträckning det går att simulera emotionellt engagerat tal i samband med kliniska foniatriska undersökningar. - Som en andra frågeställning undersöktes, i vilken utsträckning några lyssnares upplevelse av enskilda talares ökade engagemang överensstämde med förändringarna av de registrerade röstfrekvensvärdena.

11.3.3. Försökspersoner. - Såsom informantgrupp fungerade 22 sjuksköterskeelever i åldern 19 - 38 år (genomsnitt 22,7 år). Gruppen bildades genom ett urval efter avlyssning av 29 inspelningar genom en lyssnargrupp bestående av två logopeders och författarens. Vid denna auditiva bedömning blandades inspelningarna av eleverna slumpvis med tio inspelningar av kliniska fall med funktionella röstrubbningar. Bedömningen gick ut på att klassificera rösterna såsom "normala", "måttligt avvikande" eller "mycket avvikande". De 17 röster som uppfattats som normala och ytterligare 5 som ådragit sig endast en bedömares anmärkning såsom "måttligt avvikande" accepterades för föreliggande studie. Även två av de kliniska inspelningarna passerade lyssnarbedömningarna utan anmärkning.

De i försöket deltagande sjuksköterskeeleverna talade samtliga svenska såsom

sitt modersmål. Såväl sydsvenskt som mellansvenskt uttal var företrätt i gruppen, dock utan att de dialektala dragen var speciellt framträdande. Informantgruppen kan socioekonomiskt och beträffande utbildningsnivå sägas representera ett skikt något över populationsgenomsnittet med tillräckligt god läsförmåga för att utan svårigheter genomföra de ålagda uppgifterna. Eleverna deltog helt frivilligt i undersökningen, för vilken de föreföll väl motiverade. I samband med bandupptagningarna undersöktes informanterna laryngologiskt, varvid samtliga uppvisade väsentligen normalt status.

Såsom lyssnargrupp för bedömningen av talarnas emotionella engagemang fungerade liksom vid röstkvalitetsbedömningen de tidigare nämnda två logopederna och författaren.

11.3.4. Texter och genomförande. - Som referens lästes den tidigare omnämnda emotionellt neutrala standardtexten om Nordanvinden och solen (5 satser, 99 ord, appendix 7:1), som har närmast berättande karaktär. För rollgestaltningen användes en dialog med två roller ur Scenprator av Sandro Key-Åberg (Aldus/Bonniers, Stockholm, 1965, ss 36 och 37, appendix 11.3.1). Dialogen utspann sig såsom en ordväxling mellan en kitslig busschaufför och en uppretad passagerare, där sjuksköterskeeleverna hade att gestalta passagerarens roll (21 repliker, 188 ord). Slutligen ombads eleverna att med några ord berätta om sin praktiktjänstgöring i sjukvården, ett talprov från vilket resultaten redovisats i en föregående delstudie, avsnitt 11.1.

Sjuksköterskeeleverna informerades i grupp om undersökningens allmänna syfte och uppläggning några dagar före inspelningarna. Självfallet nämndes inte, vilka parametrar i det inspelade talet som denna undersökning var speciellt inriktad på. Omedelbart före inspelningarna erhöll talarna enskilt en mera ingående information, som syftade till att göra dem förtrogna med texterna och inspelningssituationen. De hade härvid tillfälle att läsa högt standardtexten och dialogen, och uppmanades att i möjligaste mån tänka sig in i texterna och identifiera sig med rollen. Förberedelserna genomfördes i den ljuddämpade inspelningsstudio, där registreringarna sedan ägde rum. För att vänja informanterna vid halselektroderna för elektroglottografen anlades dessa redan under förberedelserna.

Följande arrangemang hade valts för genomförandet av dialogen. Busschaufförens roll förelåg inspelad på band, gestaltad av en manlig talare med en märkbart aggressiv ton i replikföringen. Bandet spelades upp på en bandspelare, utrus-

tad med en pedalkontroll, så att bandtransporten kunde startas och stannas momentant. Pauserna mellan chaufförens repliker motsvarade ungefär den bandlängd som behövdes för momentanstoppen. På detta vis kunde respektive talare utan tidspress själv mata fram chaufförens repliker efterhand som hon sagt sina egna. Frammatningen av bandet sköttes vid något tillfälle av den inspelningstekniker som genomförde registreringarna eller av den logoped, som instruerat om undersökningen och som också var närvarande vid inspelningens genomförande. I förberedelserna ingick att talarna fick lära sig att handskas med det beskrivna tekniska arrangemanget eller också välja att låta det skötas av en medhjälpare. Förberedelserna var inte tidsbegränsade utan försökspersonerna fick själva ange när de tyckte sig mogna att starta inspelningarna. Dessa genomfördes i den ovan angivna ordningen, först läsning av standardtexten, därpå rollgestaltningen i dialogen och sist skildring av aktiviteter på arbetsplatsen.

Som vid tidigare delundersökningar genomfördes inspelningarna i en ljuddämpad inspelningsstudio på en bandspelare av modell Revox A 77 och med en mikrofon Sennheiser MD 421 N med kontrollerat avstånd till talaren. De elektroglogografiskt detekterade glottisvibrationerna registrerades samtidigt via bandspelarens andra kanal. Denna senare signal låg till grund för frekvensanalys i efterhand, vilken genomfördes med hjälp av det tidigare beskrivna minidatorprogrammet (Nova 1220, Data General Corporation, röstomfånget uttryckt som P<sub>20</sub>-avvikelsen).

För den auditiva värderingen bedömdes ljudinspelningarna av den beskrivna lyssnargruppen, som rent subjektivt försökte att gradera omfattningen av upplevt emotionellt engagemang i respektive talprov enligt en tregradig skala: "föga engagerat", "engagerat" och "med inlevelse", motsvarande 1, 2 och 3 bedömningspoäng. Trots att denna skala endast representerar en ordinalskala, företogs en orienterande statistisk analys med parametriska metoder. Resultatet av den auditiva värderingen uttrycktes såsom det aritmetiska medelvärdet av de tre bedömningarna.

Tabell 11.3.1. Röstläge och -omfång vid läsning av text och gestaltande av dialog samt resultat av auditiv bedömning av engagemang vid läsningen.

Informantgrupp: 22 sjuksköterskeelever i åldern 19 - 38 år.

	Genomsnittligt röstläge (Hz)		Genomsnittligt röstomfång, P <sub>20</sub> -avvikelsen (halvtonsteg)		Tre bedömares genomsnittliga uppfattning om engagemang 1: föga engagerat 2: engagerat 3: med inlevelse
	medelv.	spridn.	medelv.	spridn.	
Läsning av löpande text	218,5	17,0	4,4	0,85	1,30
Läsning av roll i dialog	237,9	17,1	5,9	1,41	1,95
Differens	19,5 <sup>***</sup>	9,7	1,5 <sup>***</sup>	1,19	0,67 <sup>***</sup>
Korrelation ( $r_{xy}$ ) mellan differenser erhållna genom skattning (x) och genom mätning (y)	0,09		0,21		

Signifikansberäkningar genom t-test på jämförelse av parade observationer.

11.3.5 Resultat. - De erhållna resultaten visas i tabell 11.3.1. Av denna framgår att värdena för såväl röstläget som -omfånget var mycket signifikant förhöjda vid gestaltningen av dialogen jämfört med läsningen av standardtexten. Den erhållna förhöjningen av röstläget med i genomsnitt 20 Hz motsvarar ungefär 1.5 halvtonsteg vid den aktuella frekvensnivån. Även röstomfånget ökade med 1,5 halvtonsteg. Denna ökning var dock inte lika konsekvent som förhöjningen av röstläget. Medan spridningsvärdena vid beräkningen av det genomsnittliga röstläget var ungefär lika stora vid de båda talproven, förekom vid beräkningen av medelvärdena för omfånget en ökning av spridningen (standarddeviationen) från 0,85 halvtonsteg vid textläsningen till 1,41 halvtonsteg vid rollgestaltningen.

Även vid värderingen av engagemanget noterades en mycket signifikant förhöjning, nämligen från 1,3 till 2,0 bedömningspoäng, vid jämförelse mellan neutralt och engagerat tal. En orienterande korrelationsanalys mellan varje enskild talares tonhöjds- och -omfångsdifferenser å ena sidan och differensen mellan den uppskattade graden av engagemang vid de båda talproven å den andra gav däremot så lågt utslag, att en korrektare icke-parametrisk analys ej förefallit motiverad.

11.3.6. Diskussion. - Den faktor som förutsättes ha varierat i det här beskrivna experimentet är talarnas emotionella engagemang. Denna subjektiva sinnesstämning kan lika litet som det emotionella innehållet i en text bestämmas kvantitativt. Vad som kunnat registreras är talarnas reaktion på förändringar av de förelagda uppgifterna. Den väsentliga skillnaden härvidlag mellan denna och föregående delstudie uppfattas ligga i att hela den kommunikativa situationen var förändrad vid gestaltandet av dialogen medan situationen vid uppläsningen av texter med olika innehåll i princip var oförändrad. Den kvalitativa skillnaden mellan affekterna, glädje och sorg i föregående samt indignation och indifferens i denna delstudie, uppfattas härvid ha varit av mindre betydelse för skillnaden i resultaten, då man enligt Fairbanks & Pronovost (1938) och Hadding-Koch (1961) kan förvänta likartade skillnader i uttrycken för dessa affekter, nämligen en förhöjning av röstfrekvensparametervärdena vid det första ledet i motsatsparen och en sänkning vid det andra. Detta förväntade resultat inträffade i full utsträckning endast vid rollgestaltningen.

Den försöksuppläggnings som använts i denna delstudie utmärker sig framför allt genom sin höga grad av reproducerbarhet jämfört med t.ex. dialogläsning mellan två talare. Möjligen skulle den därför kunna standardiseras till ett kliniskt prov på patienters beredskap att med rösten ge uttryck för sina affekter, vilket skulle kunna ge en fingervisning om deras spontana talbeteende vid psykisk anspänning, dvs. den typ av situationer, då de flesta känner av sina röstbesvär. För möjligheten av en sådan användning talar, att standarddeviationen vid beräkningen av medelvärdet för röstläget höll sig inom samma storleksordning vid rollgestaltningen som vid läsningen av standardtexten. Däremot varierade röstomfånget mellan olika talare avsevärt mera vid rollgestaltningen än vid läsning av texten, en effekt som noterats tidigare (avsnitt 11.1.4.) och kanske mest hänger samman med uniformerade intonationsmönster vid rutinerad högläsning.

Utnyttjandet av försöksuppläggnings som en sorts klinisk test förutsätter givetvis en mera ingående prövning. Härvid är det lämpligt att ändra den använda texten. Denna förorsakade i sin nuvarande utformning en del störningar som först efter inspelningarna uppmärksammades tack vare kommentarer från informanternas sida. Störningarna bestod i att texten i sin andra halva innehåller inte mindre än fem svordomar, samtliga uttalade av passageraren, dvs. den roll sjuksköterskeleverna skulle gestalta. Somliga av dessa tog helt avstånd från bruket av svordomar såväl i sitt eget spontantal som i det aktuella tal-



provet, medan några andra visserligen medgav att de någon gång kunde använda en svordom spontant, men ansåg sig ha betydande svårigheter för att läsa upp grovkornigt språk. En försöksperson undgick hela svårigheten genom att konsekvent utelämma svordomarna. Förekomsten av kraftuttryck i texten syntes dock inte påverka rollgestaltningen i övrigt.

Den vid rollgestaltningen erhållna förhöjningen av röstläget korrelerade positivt med ökningen av omfånget ( $r = 0,70^{***}$ ). En liknande samvariation mellan värdena för röstläget och -omfånget har rapporterats av Saito & Kato (1958) gällande för japanska och av Hadding-Koch (1961) för svenska informanter. Fairbanks & Pronovost (1938) resultat med amerikanska informanter tyder på att denna effekt kan vara beroende av affektkvaliteten. Värdena för röstläge och -omfång i hans resultat följdes visserligen åt och var höga vid ilska och ångest samt låga vid sorg och likgiltighet, men vid uttryck för föräkt förekom ett lågt röstläge i förening med ett stort omfång. Winkel & Krause (1965) och Winkel (1967) fann att röstomfånget minskade vid en förhöjning av röstläget förorsakad av belastning genom överröstande av vitt brus. I föreliggande arbete (jfr nedan, avsnitt 13) noterades vid röstbelastningen snarare en tendens till obetydlig ökning av röstomfånget, vilken till sin storlek dock inte var korrelerad till de enskilda informanternas förhöjning av röstläget. De angivna fynden skulle kunna tyda på förekomsten av systematiska skillnader mellan talares reaktion på emotionell stress och på bullerbelastning: en samvarierande höjning av röstläget och ökning av -omfånget i det förra fallet och en röstlägshöjning utan påtaglig omfångsförändring i det senare. Om dessa tendenser skulle visa sig hålla stånd för en närmare prövning skulle de kunna användas kliniskt för att finna ut, vilken typ av belastning det var, som främst förorsakade enskilda patienters funktionella röstbesvär. Behandlingen skulle i så fall kunna inriktas på mera specifika åtgärder för att eliminera orsakerna till röstproblemen. För närvarande utgår terapin huvudsakligen från patientens anamnestiska uppgifter och ofta klarnar det först under behandlingens gång, om patienten behöver hjälp med en förbättring av rösttekniken, med psykoterapeutiska åtgärder eller med en sanering av den fysiska miljö där röstrubningen vållar störst besvär.

Storleken av den vid undersökningen använda lyssnargruppen har av praktiska orsaker tyvärr måst begränsas alltför snävt. Av denna anledning kan resultaten av avlyssningsproven tillmätas endast en orienterande betydelse. Den erhållna högsignifikanta skillnaden vid skattningen av talarnas engagemang mellan högläsningen och rollgestaltningen tycks vid första påseende stå i god överensstämmelse med de erhållna skillnaderna beträffande röstfrekvensparametrarna.

Ett enkelt orsakssamband, på så sätt att lyssnarna vid skattningen av engagemanget skulle ha utgått från iakttagelser av röstläget och -omfånget, kan dock knappast antas ha förelegat, och detta av två skäl: dels det negativa utfallet av korrelationsanalysen mellan de enskilda talarnas förändring av röstfrekvensparametrarna och den motsvarande förändringen av skattat engagemang; dels det faktum, att lyssnargruppen rapporterade en nästan lika stor ökning av engagemanget vid fritt tal jämfört med textläsning, trots att de härvid registrerade skillnaderna beträffande röstfrekvensparametrarna var obetydliga (jfr avsnitt 11.1.). Möjligen kan dessa fynd förklaras med stora variationer inte enbart mellan olika talare och lyssnare utan också mellan olika typer av kommunikativa situationer beträffande vilka drag av talsignalen som utnyttjas för tolkningen av emotionellt engagemang. Framför allt bör framhållas, att de tidsberoende dragen i talsignalen såsom talhastigheten, fraseringen och varierande mönster i intonationsförloppet inte påverkar de vid röstfrekvensanalysen registrerade resultaten, men att de kan antas förmedla en betydande del av informationen angående talarens emotionella engagemang.

11.3.7. Konklusion. - De i denna delstudie erhållna resultaten i form av en höjning av röstläget och en ökning av -omfånget som uttryck för talarens ökade engagemang står i överensstämmelse med allmänna iakttagelser och tidigare rapporter av liknande undersökningar, där talarna dock vanligen varit professionella skådespelare eller personer utsatta för extrem psykisk belastning, t.ex. i katastrofsituationer. Föreliggande studie demonstrerar möjligheten, att på ett reproducerbart sätt simulera en sådan förändring av den kommunikativa situationen, att även icke professionella talare i en klinisk undersökningsmiljö uppvisar registrerbara förändringar av röstfrekvensparametrarna som ett uttryck för ökat emotionellt engagemang. Samtidigt aktualiserar fynden en viss risk, att tillfälliga fluktuationer i patienters sinnesstämning vid inspelningen kan påverka talet till den grad att registreringen inte längre blir jämförbar med tidigare eller efterföljande bandupptagningar.

De erhållna fynden torde motivera mera ingående undersökningar. Sådana undersökningar borde innefatta en prövning av i vilken utsträckning den här använda undersökningsmetodiken kan användas för att hos enskilda patienter med funktionella röstrubbningar objektivt i vad mån deras röstanssträngning be-tingas av en psykologisk anspänning eller av en fysiologisk reaktion på bullrande miljö. Såsom framhållits i litteraturgenomgången är orsakerna till variationer av röstfrekvensparametrarna emellertid alltför mångskiftande, för att helt entydiga resultat skall kunna förväntas.

## 11.4. Effekten av röststrängning på röstläge och -omfång.

Resumé. - Många pedagogers och då inte minst förskollärares yrkessituation innebär en risk för uppkomsten av funktionella röstrubbningar. Orsaken är att söka i kombinationen av mental anspänning för att lösa arbetsuppgifterna med en påfrestning av rösten vid överröstande av buller. I avsikt att kartlägga effekten av yrkesbetingad röststrängning på röstfrekvensparametrarna registrerades röstläget och -omfånget hos personalen på en förskola dagligen under två veckor före och efter arbetspasset. Ursprungliga planer att följa enskilda informanter under en kontinuerlig följd av dagar måste överges p.g.a. alltför stort bortfall, och förväntade skillnader mellan resultaten från morgon- och eftermiddagsregistreringar utblev i stort sett. Däremot registrerades betydande förhöjningar av erhållna värden för såväl röstläge som -omfång vid undersökningar direkt i en mycket röstkrävande situation, nämligen vid undervisning i en gymnastik- och lekhall. Denna tendens till en förhöjning av röstfrekvensparametervärdena kunde reproduceras i en pilotstudie, varvid åtta av de undersökta förskollärarna hade att överrösta vitt brus under loppet av en halv timme. Vid jämförelse med en grupp röstterapeuter skilde sig förskollärarna markant från dessa i sin reaktion på röstbelastning. Den glottografiska frekvensindikeringsmetoden visade sig således användbar för att registrera röstfrekvensförändringar till följd av belastning under spontantal och torde kunna utvecklas för att möjliggöra objektiv kartläggning av yrkessituationer, som kan tänkas innebära orimligt hög röstbelastning. Frånvaron av röstfrekvensförändringar efter arbetspassen på förskolan tolkas så att en undersökning av röstfrekvensparametrarna i lugn omgivning är otillräcklig för att urskilja röstens belastbarhet. Resultaten av pilotundersökningen tyder på att bullerbelastning kan vara lämpligare för detta ändamål, vilket överensstämmer med användningen av andra fysiologiska belastningsprov, t.ex. arbets-  
ekg.

11.4.1. Bakgrund. Tidigare undersökningar. Syfte med egen undersökning.- Bland patienter med funktionella röstrubbningar är företrädare för pedagogiska yrken klart överrepresenterade. Orsaken består i att yrkesrollen ej sällan kräver betydande röstinsatser för att överrösta rådande bullernivå. Vid en ökning av röstintensiteten förekommer vanligen samtidigt en höjning av röstläget, vilket kan vara ändamålsenligt inom vissa gränser, då höjningen av grundtonen i sig ger en ökad ljudnivå och effektiviteten hos struphuvudet såsom ljudgenerator förhöjs vid ökad vibrationsfrekvens. Detta utnyttjas vid behov av extremt hög röststyrka, t.ex. vid militära kommandorop, varvid Loebell (1936) noterade en höjning av röstläget med två oktaver över röstläget vid normalt tal hos militärer med effektiv kommandoröst. Ett ständigt förhöjt röstläge kontinuerligt under hela arbetsdagen kan emellertid lätt medföra störningar av röstfunktionen i form av heshet och rösttrötthet eller fonasteni.

Detta är vanligt inte minst bland förskollärare. Lungfiel (1956) undersökte 186 förskollärare i Hamburg och konstaterade någon form av röstfunktionsstörningar hos inte mindre än 72 % av dessa. Endast 20 % förfogade över friska, välklingande röster. Hos flertalet av de undersökta förskollärarna konstaterades ett habituellt förhöjt röstläge och inskränkt -omfång. Vid en un-

dersökning i syfte att kartlägga orsaken till speciellt förskolläraernas röstproblem mätte Dieroff & Siegert (1964) bullernivån i ett antal lekskolor och registrerade härvid under lekperioder intensiteter på 80 - 90 dB SPL. På grundval av dessa mätningar och belastningsprov genom överröstande av vitt brus drog dessa författare slutsatsen, att den höga frekvensen av funktionella röstrubbningar bland förskollärare i första hand förorsakas av den höga bullernivån på deras arbetsplats. Prevalensen av röstproblem på svenska institutioner med pedagogisk verksamhet är förmodligen okänd. Uppgifter angående bullernivån på svenska lekskolor har inte kunnat spåras. På en foniatrisk mottagning är det emellertid inte ovanligt, att förskollärare med röstproblem klagat över störande buller på sin arbetsplats.

Dieroffs & al. betraktelsesätt att framhålla bullret som främsta orsak till röstproblemen innebär dock en betydande förenkling, då rösten givetvis inte liksom hörseln påverkas av bullret direkt. Det visar sig också att patienter med funktionella röstrubbningar från andra bullermiljöer, såsom t.ex. varv och mekaniska verkstäder, i allmänhet innehåller poster som förmän och arbetsledare, där de tvingas överrösta bullret vid fullgörandet av sina arbetsuppgifter. Dessa innefattar liksom förskolläraernas ett ledaransvar för den aktuella verksamheten, och vid den härvid nödvändiga kommunikationen överväger ut-sagor av manipulativ eller appellativ typ, vilka brukar medföra en förhöjning av röstläget (hänvisning till tidigare framställning i avsnitt 11.2.1). Förutom nödvändigheten att öka röststyrkan för att överrösta bullret förekommer således troligen psykologiska faktorer som har samband med yrkesrollen, vilka verkar i samma riktning som ökningen av röststyrkan, nämligen till en höjning av röstläget. Undersökningar av Stone & Sharf (1973) synes emellertid tyda på, att det är just höjningen av röstläget snarare än en ökning av röstintensiteten i och för sig som har den mest skadliga effekten på röstfunktionen. För att identifiera riskgrupper, där den yrkesbetingade röstanssträngningen leder till medicinska laryngologiska problem, räcker det således inte med en mätning av rådande buller. Däremot skulle en kontinuerlig röstlägesregistrering under pågående arbete kunna tänkas ge användbar information angående den röstbelastning vederbörande talare utsatt sig för. En sådan registrering skulle dessutom kunna användas för att kartlägga effekten av bullerdämpande byggnadsakustiska åtgärder på röstbeteendet hos dem som vistas i den åtgärdade lokalen. Möjligen kunde den också bidra till att belysa den komplicerade frågan, om det är faktorer hos individen eller i miljön som i det enskilda fallet är de mest framträdande orsakerna till röstproblemen.

Mot den angivna bakgrunden syntes det vara av intresse att pröva den glotto-grafiska frekvensindikeringsmetodens användbarhet vid registreringar direkt på en arbetsplats, dels för att söka objektivera eventuellt förekommande skillnader i röstfrekvens och -omfång till följd av röstänsträngning under arbetspasset, dels för att undersöka röstläge och -omfång direkt under pågående arbete. Då inga säkra effekter på röstfrekvensparametrarna av röstänsträngningen under det dagliga arbetspasset kunde förmärkas, vidgades studien till att även omfatta röstfrekvensförändringar under inflytande av en artificiell röstbelastning hos en grupp förskollärare jämförd med en grupp röstterapeuter.

11.4.2. Försökspersoner. - Genom en föregående icke publicerad pilotstudie på en annan förskola än den här studerade samt vid informella förberedande diskussioner med olika förskollärare hade tidigare inhämtats, att bullerproblemen och även röstbelastningen troligen varierar avsevärt mellan olika förskolor, sannolikt beroende på skiftande sammansättning av barngrupperna och varierande utformning av lokalerna, så att förekomsten och graden av röstbesvär skiftar. För att söka hålla dessa variabler under kontroll valdes att genomföra undersökningen vid endast en enda förskola. Denna borde omfatta ett så stort antal medarbetare som möjligt för att möjliggöra en rekrytering av största möjliga informantgrupp. Valet föll på en förskola av typ kombinerad deltidsförskola och daghem med icke obetydliga bullerproblem, och där flertalet medarbetare vid de förberedande sonderingarna klagade över besvärande röstänsträngning.

Den undersökta informantgruppen bestod av tolv kvinnliga förskollärare och praktikanter i åldern 17 - 37 år (genomsnitt 24,2 år). Samtliga var fria från aktuella röstbesvär vid arbetets början och deras röstkvalitet uppfattades (av författaren) ligga inom gränserna för det normala. Fyra av försökspersonerna var rökare. Åtta av informanterna blev undersökta laryngologiskt i samband med röstbelastningsexperimentet. Undersökningen resulterade i normalfynd i samtliga fall. De återstående fyra informanterna bidrog endast i begränsad omfattning till undersökningsresultaten p.g.a. sin sparsamma närvaro på förskolan under undersökningsperioden.

Som jämförelsegrupp vid röstbelastningsexperimentet fungerade fem röstterapeuter med normalt larynxstatus och god röstfunktion. Deras ålder var mellan 29 och 39 år (genomsnitt 32,0 år).

11.4.3. Genomförande. - Registreringarna företogs i en tyst expeditiionslokal

på förskolan varje morgon och sen eftermiddag under en kontinuerlig följd av arbetsdagar omfattande två veckor. De bestod i en synkron elektroglyttografisk och mikrofonupptagning enligt tidigare beskriven metodik, varvid försökspersonerna läste den sedvanliga standardtexten, Nordanvinden och solen. Registreringarna protokollfördes i ett för ändamålet speciellt utformat individuellt formulär (appendix 11.4.1.). I samband härmed inhämtades även uppgifter angående försökspersonernas tobakskonsumtion och röstanssträngning under arbetspasset liksom deras egen uppfattning om graden av heshet och rösttrötthet.

Ursprungligen planerades att longitudinellt följa enskilda informanter under en kontinuerlig följd av dagar och att jämföra resultatserierna från olika försökspersoner med varandra för att om möjligt klarlägga typiska individuella mönster. Inte minst praktikanternas växlande arbetsschema och tämligen frekventa sjukfrånvaro resulterade emellertid i att antalet observationspar av morgon- och eftermiddagsregistreringar reducerades från teoretiskt möjliga 120 till erhållna 55. Planerna på interindividuella jämförelser måste därför överges till förmån för en jämförelse mellan grupper av den typ som redovisas i tabell 11.4.1.

Mot de i tabellen framlagda resultaten torde kunna invändas, att de 55 observationsparen utgör ett alltför ringa underlag för att berättiga till några säkrare slutsatser. Det skall därför nämnas, att de icke publicerade resultaten av ovan nämnda pilotstudie mycket nära överensstämde med de här framlagda, nämligen att röstfrekvensregistreringar före och efter förskollärares arbetspass endast minimalt skiljer sig från varandra. Av denna anledning har det inte förefallit motiverat att söka övervinna de ganska betydande praktiska svårigheter som hade varit förknippade med en utökning av informantantalet.

Arbetet på förskolan var organiserat på sådant sätt att förskollärarna under arbetspasset fritt måste kunna förflytta sig mellan olika barngrupper, ej sällan i olika rum. Det var därför omöjligt att registrera deras spontanta under pågående arbete med den tillgängliga apparaturen. Ett undantag utgjorde verksamheten i gymnastik- och lekhallen, där hela barngruppen var samlad till gemensamma aktiviteter med en tämligen stationär placering av förskolläraren-lekledaren. Enligt samstämmiga uppgifter innebar denna pedagogiska situation en särskilt stor belastning på förskollärarnas röstfunktion, inte minst då rumsakustiken i den ekande lekhallen uppfattades som speciellt besvärande.

Med hjälp av långa kablar till registreringsapparaturen hade lärarna möjlig-

het att genomföra sina pedagogiska uppgifter ganska obehindrat, så att några sade sig så småningom rentav ha glömt bort registreringen. En tekniskt elegantare lösning hade varit konstruktionen av en kroppsburen liten elektroglogtograf, vars detekterade signal kunde telemetreras till registreringsenheten. - Endast fyra av förskollärarna tjänstgjorde som lekledare under undersökningsperioden, vilket har begränsat antalet genomförbara registreringar under pågående pedagogiskt arbete.

Åtta av de tolv undersökta förskollärarna deltog dessutom i ett röstbelastningsexperiment, som dock inte kunde genomföras på arbetsplatsen, då det krävde en ljuddämpad inspelningsstudio. Röstbelastningsexperimentet genomfördes på följande sätt. Två stora högtalare, specialkonstruerade för audiologiska ändamål, placerades ca. 4 dm från försökspersonen och på sådant vis att denna kunde exponeras för kontinuerligt buller av typen vitt brus (uppmätt ljudtrycksnivå i höjd med försökspersonens huvud: 70 dB SPL i fritt fält; mätningar och kalibreringar genomförda av hörselvårdsingenjör enligt gängse audiologisk standard). Försökspersonerna uppmanades att söka överrösta denna ljudkälla vid kontinuerlig högläsning av prosatext under loppet av en halvtimme. Deras talröst registrerades på tidigare beskrivet sätt med mikrofon och elektroglogtograf vid fem tillfällen under experimentet, nämligen omedelbart före och efter expositionen för vitt brus samt tre gånger med 15 minuters intervall under denna (jfr tabell 11.4.3.). Texten utgjordes av standardtexten Nordanvinden och solen före och efter expositionen för vitt brus, medan försökspersonerna läste ur T. Heyerdal, Expedition Kon - Tiki (Stockholm, 1972) under densamma. För fyra av försökspersonerna registrerades dessutom läsning av Nordanvinden under pågående brusexponering.

Som jämförelse genomfördes en liknande undersökning med fem erfarna och aktiva röstterapeuter med normalt röst- och larynxstatus. Med avsteg från ovan beskrivna experimentrutin registrerades härvid läsning av Nordanvinden i samtliga fem situationer, medan högläsning av den löpande texten endast användes för att belasta röstfunktionen. Dessutom bjöds brusljudet via hörtelefoner (Sennheiser HD 414), som kalibrerats speciellt för ändamålet och där särskild vikt lades vid hörtelefonens korrekta applicering i förhållande till hörselgångens mynning, då en olämplig placering kan leda till oönskade förvanskningar av den uppfattade signalen.

Registreringarna av högläsningen på förskolan liksom av gymnastiklektionerna i lekhallen analyserades på tidigare beskrivet sätt med minidator (Nova 1220,

Data General Corp., röstomfånget uttryckt som  $P_{20}$ -avvikelsen). Registreringarna av röstbelastningsexperimentet däremot analyserades med hjälp av den senare utvecklade mikrodatorapparaturen (Intel 8080, röstomfånget uttryckt som  $P_{15}$ -avvikelsen).

11.4.4. Resultat. - Det antal par av morgon- och eftermiddagsregistreringar som kunde erhållas under undersökningsperioden uppgick som nämnts till 55. Det härvid registrerade röstläget uppgick i genomsnitt till 219 Hz med ett genomsnittligt omfång på  $4 \frac{1}{3}$  halvtonsteg. Genomsnittsresultaten av registreringar på morgnar och eftermiddagar var nära nog identiska både beträffande röstläge och omfång.

Med utgångspunkt från uppgifterna i registreringsprotokollen beräknades speciella genomsnittsresultat för de 21 observationspar, där försökspersonerna angett påtaglig röstänsträngning under arbetspasset. Även för återstående 34 observationspar, där röstbelastning under arbetspasset hade förnekats, beräknades ett genomsnitt av resultaten. Ingen av de deltagande försökspersonerna hade angett röstbelastning under samtliga sina arbetspass, varför resultatanalysen inte kunde baseras på en jämförelse mellan individer. För de observationspar, där försökspersonerna angett röstänsträngning under arbetspasset, erhöles en genomsnittlig förhöjning av röstläget med 1,3 Hz ( $s = 5,2$  Hz). För dem som förnekat röstänsträngning var motsvarande differens 0,5 Hz ( $s = 7,0$  Hz). Dessa minimala skillnader ligger självfallet helt inom slumpvariationens gränser. Detsamma gäller genomsnittsresultaten av omfångsbestämningarna, där dock kan noteras att omfånget både vid morgon- och eftermiddagsregistreringen var något snävare i de fall där försökspersonen angett röstänsträngning under arbetspasset.

Speciella resultatsammanställningar företogs ytterligare beträffande de observationspar, där försökspersonerna hade angett rökning av mer än tre cigaretter mellan registreringarna, eller där de haft upplevelser av rösttrötthet eller fonasteni under arbetet. Antalet registrerade arbetspass där rökning förekommit uppgick till 13. Endast vid fem arbetspass hade informanterna känt av fonasteni. Naturligt nog förekom uppgifter om röstänsträngning i samtliga dessa pass. Från två pass angavs kombinationen av fonasteni och rökning. Dessa har vid redovisningen fått ingå i båda resp. grupperna. Det genomsnittliga röstläget, ca. 215 Hz såväl vid rökning som vid fonasteni, låg något lägre än det gemensamma genomsnittet för hela gruppen, 219 Hz. Röstomfånget hos rökarna var ungefär detsamma som noterats för hela gruppen, medan det vid



fonasteni var nära ett halvtonsteg mindre. Varken i rökargruppen eller i fonastenigruppen förekom signifikanta skillnader mellan morgon- och eftermiddagsregistreringarna. De i materialet observerade differenserna var således mycket obetydliga och nådde inte statistisk signifikans utom i ett fall, nämligen beträffande de låga eftermiddagsvärdena för fonastenipassens röstomfång i relation till gruppgenomsnittet ( $P \leq 0,05$ ). En översikt av här anförda resultat visas i tabell 11.4.1.

Förskollärarnas betydande röstanssträngning vid ledning av aktiviteterna i gymnastik- och lekhallen gav utslag i en genomsnittligen 50-procentig förhöjning av röstläget och en drygt 100-procentig vidgning av röstomfånget. Vid en orienterande statistisk beräkning av t-värdet för jämförelsen av observationsparen uppnåddes statistisk signifikans trots det mycket begränsade antalet försökspersoner (tabell 11.4.2.).

I den följande tabellen, 11.4.3., visas resultaten från belastningsexperimentet med åtta förskollärare och fem röstterapeuter. Här noteras att röstterapeuternas röstfrekvens redan före belastningen låg nära 15 % eller dryg helton lägre samtidigt som intonationsomfånget var nära 1 1/2 halvtonsteg vidare än hos förskollärarna. För dessa senare noterades under röstbelastningen en vid de två första registreringarna tilltagande genomsnittlig höjning av röstläget. Detta höjdes inte ytterligare efter 30 minuters röstbelastning. Efter avslutad brusexponering kvarstod förhöjningen i avsevärd utsträckning. Förskollärarnas röstomfång genomgick liknande förändringar. Röstterapeuterna uppvisade en betydligt ringare men kontinuerligt tilltagande förhöjning av röstläget, för att efter brusexponeringen återgå till en nivå som inte signifikant skilde sig från den först registrerade. Terapeuternas intonationsomfång minskade något under inflytande av röstbelastningen. - Mellan resultaten från läsning dels av Kon - Tiki, dels av Nordanvinden under pågående brusexponering förekom inga systematiska skillnader.

Skillnaden mellan förskollärarnas och röstterapeuternas röstläge var mycket signifikant i samtliga försökssituationer. Beträffande omfånget erhöles svag signifikans för skillnaden mellan grupperna endast efter 15 minuters brusbelastning. Storleken av de ovan skildrade förändringarna i röstläge och -omfång omräknades i procent av de frekvensanalysvärden som erhållits initialt vid läsning i tyst miljö och signifikansen för skillnaderna prövades genom t-test på parade observationer. Resultatet av dessa beräkningar framgår av fig. 11.4.1. och 11.4.2. som illustrerar förändringarnas förlopp med hjälp av stapeldiagram.

Tabell 11.4.1. Genomsnittligt röstläge och -omfång hos kvinnliga förskollärare före och efter arbetspasset.

	Röstläge (Hz)			Röstomfång, P <sub>20</sub> -avvikelse		
	före arb. mv (spridn)	eft. arb. mv (spridn)	diff. mv (spridn)	före arb. mv (s)	eft. arb. mv (s)	diff. mv (s)
Samtliga 12 fp n = 55	218,8 (11,97)	219,7 (12,39)	-0,8 (6,32)	4,36 (1,06)	4,31 (0,98)	0,05 (0,93)
Röstansträngn. i passet, n = 21	217,6 (11,60)	219,0 (12,38)	-1,3 (5,19)	4,19 (0,98)	4,24 (1,04)	-0,05 (0,86)
Ingen röstansträngn. n = 34	219,6 (12,31)	220,1 (12,56)	-0,5 (6,99)	4,47 (1,11)	4,35 (0,95)	0,12 (0,98)
Rökt över 3 cig i passet, 4 fp n = 13	216,4 (10,38)	215,0 (9,32)	1,4 (5,30)	4,62 (1,12)	4,23 (1,01)	0,38 (0,87)
Fonastenibesvär i passet 2 fp n = 5	214,2 (5,40)	215,6 (6,27)	-1,4 (6,58)	3,60 (0,89)	3,40 (0,55)	0,20 (1,10)

fp = försökspersoner      n = antal observationspar      st = halvtonsteg

Tabell 11.4.2. Röstläge och -omfång hos fyra kvinnliga förskollärare vid textläsning och undervisning i gymnastiksal.  
(st = halvtonsteg)

n	Röstläge (Hz)				Röstomfång, P <sub>20</sub> -avvikelse			
	Läsn.	Undervisn.	Diff.	Diff. (% av läsn.)	Läsn.	Undervisn.	Diff.	Diff. (% av läsn.)
1	229.0	383.3	154.3	67.4	3.9	8.0	4.1	105.1
2	223.4	282.7	59.3	26.5	3.4	7.7	4.3	126.5
3.	206.2	362.0	155.8	75.6	3.9	9.0	5.1	130.8
4.	209.0	276.3	67.3	32.2	4.0	8.3	4.3	107.5
$\bar{x}$	216.9	326.1	109.2	50.4	3.80	8.25	4.45	117.5
s	11.04	54.54	53.08	24.67	0.27	0.56	0.44	13.06
t				4.09*				17.99***

Tabell 11.4.3. Genomsnittligt röstläge och -omfång ( $\bar{x}$ ) hos förskollärare och röstterapeuter i samband med överröstande av 70 dB SPL vitt brus.

Talare	R ö s t l ä g e ( Hz )				
	Före vitt brus	I vitt brus	15 min. i vitt brus	30 min. i vitt brus	Omedelbart efter vitt brus
	$\bar{x}$ (s)	$\bar{x}$ (s)	$\bar{x}$ (s)	$\bar{x}$ (s)	$\bar{x}$ (s)
Förskollärare n = 8	206,9 (9,48)	233,9 (16,93)	250,6 (21,41)	246,0 (22,55)	221,4 (11,07)
Röstterapeuter n = 5	176,8 (9,50)	185,2 (7,69)	186,8 (9,20)	190,2 (9,31)	180,6 (10,92)
p för diff	≤0,001	≤0,001	≤0,001	≤0,001	≤0,001
	R ö s t o m f å n g, P <sub>15</sub> -avvikelsen (halvtonsteg)				
Förskollärare n = 8	4,9 (1,36)	7,4 (1,69)	8,0 (1,07)	7,3 (1,98)	5,6 (0,92)
Röstterapeuter n = 5	6,2 (0,84)	5,8 (0,84)	5,4 (1,52)	5,4 (1,52)	5,6 (1,14)
p för diff	n.s.	n.s.	≤0,05	n.s.	n.s.

p för diff. uttrycker signifikansen för de skillnader som uppkommit mellan grupperna provade med t-test.

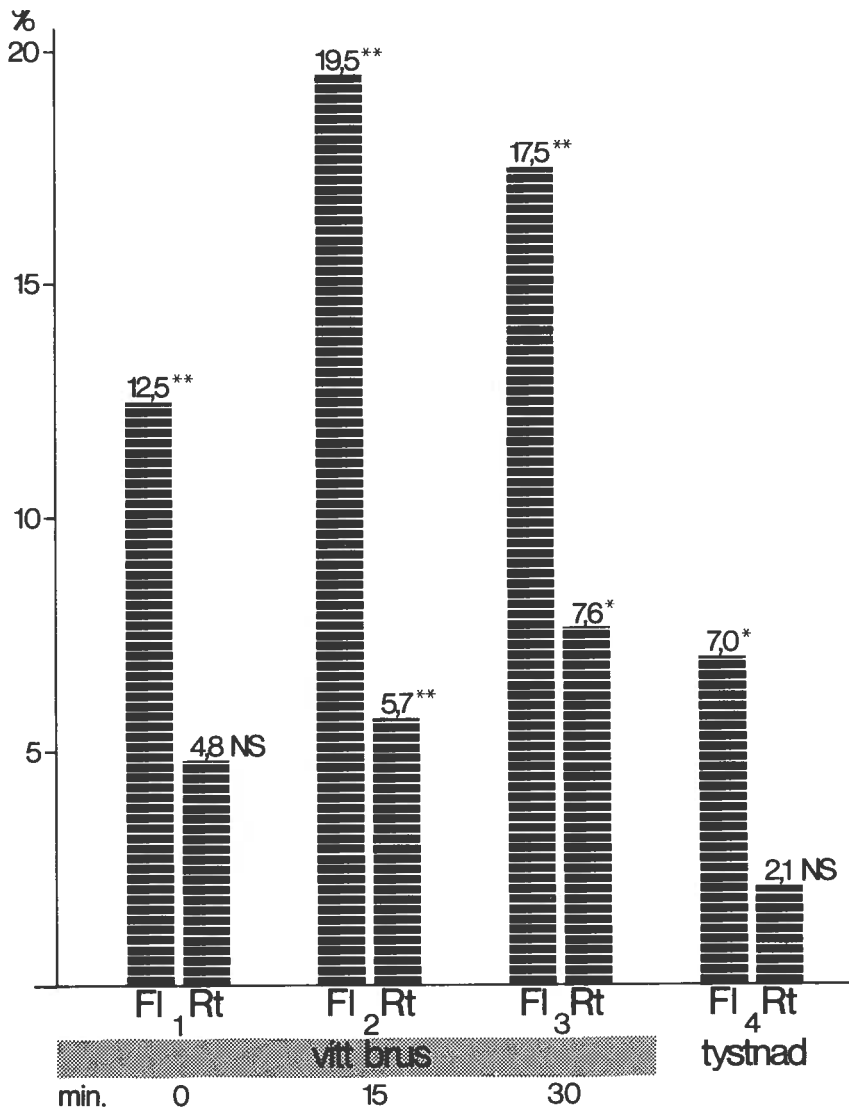


Fig. 11.4.1. Förhöjning av röstläget i samband med högläsning i vitt brus, uttryckt i procent av utgångsvärdet från läsning i tyst miljö. - F1 = förskollärare, n = 8. Rt = röstterapeuter, n = 5.

1. Registrering i 70 dB SPL vitt brus omedelbart efter starten av brusexpositionen.
2. Registrering efter 15 minuters brusexposition.
3. Registrering efter 30 minuters brusexposition.
4. Registrering i tyst miljö omedelbart efter brusexpositionen.

Signifikansangivelserna vid procentvärdena hänförs till avvikelserna från registreringen av röstläget omedelbart före vitt brus och har fastställts genom t-test på parade observationer efter omvandling till cent.

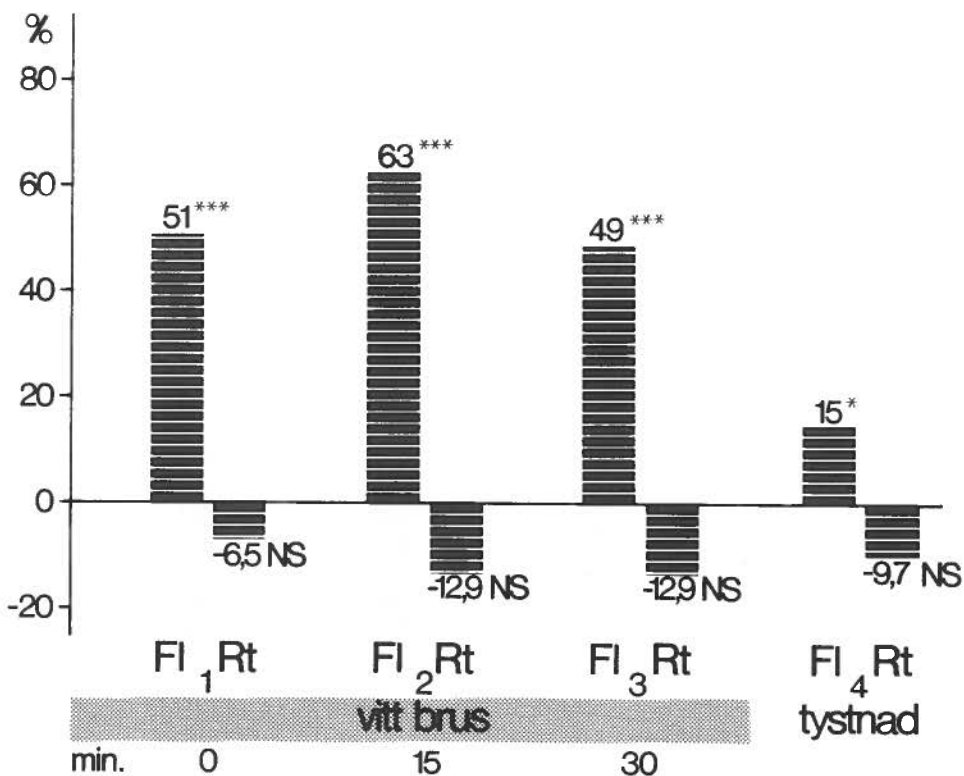


Fig. 11.4.2. Förändringar av röstomfånget i samband med högläsning i vitt brus uttryckta i procent av utgångsvärderna från läsning i tyst miljö.

Beteckningarna överensstämmande med fig. 11.4.1.

Signifikansangivelserna vid procentvärdena hänför sig till avvikelserna från omfångsregistreringarna omedelbart före vitt brus och har fastställts genom t-test på parade observationer.

11.4.5. Diskussion. - Genomsnittresultatet från röstlägesregistreringen av samtliga förskollärare, 219 Hz, innebär en betydande förhöjning jämfört med ovan framlagda "normalvärden", 175 - 210 Hz (hänvisning till avsnitt 10). Även jämfört med motsvarande åldersgrupp i det tidigare undersökta kvinnliga normalmaterialen noteras en klar förhöjning. Denna förhöjning av röstläget överensstämmer med den ovan citerade rapporten av Lungfiel från en undersökning av förskollärare i Hamburg och får tolkas som en avvikelse i patologisk riktning förorsakad av den i varje fall tämligen ofta förekommande röstanspänningen vid arbete och tydande på åtminstone en latent risk för funktionella röstproblem. Det genomsnittliga röstläget hos de undersökta röstterapeuterna, 177 Hz, står i tydlig kontrast till förskollärarnas och stöder den anförda tolkningen.

Beträffande röstomfånget förelåg liknande tendenser, om än inte lika klart framträdande: mot ett "normalvärde" på 5,4 ( $\pm 1,2$ ) halvtonsteg för 141 undersökta kvinnor svarar förskollärarnas medelvärde på 4,3 halvtonsteg och röstterapeuternas på 6,2.

Att de förväntade röstfrekvensförändringarna efter förskollärarnas arbetspass uteblev lämnar rum för flera tolkningar. Den använda metoden, att registrera röstläget som kriterium för röstpåverkan, kan ha varit olämplig. Mot detta talar dock resultaten från röstbelastningsexperimenten med vitt brus. Registreringarna på eftermiddagen kan emellertid ha inträffat för sent i relation till röstanspänningen, så att rösterna i stor utsträckning hade hunnit återställas genom vila. Möjligheten måste också lämnas öppen, att de undersökta informanterna under den aktuella observationstiden inte var belastade med "vokalt grov arbete" i sådan utsträckning, som de vid försökens planläggning hade gjort gällande. Deras uppgifter till försöksprotokollen synes tyda på detta. Då registreringsmetoden visat sig mycket användbar under pågående röstanspänning i lekhallen och då dessutom betydande skillnader kunde noteras mellan förskollärargruppen och terapeutgruppen får det anses mest sannolikt, att de uteblivna skillnaderna hänger samman med valet av talsituation vid registreringen. Läsning i lugn miljö är troligen en alltför litet krävande uppgift för att diskriminera olika grader av röstskondition.

De konstaterade skillnaderna i röstläge mellan förskollärarnas olika arbetspass var som nämnts mycket små och låg helt inom gränserna för slumpvariationen. Likväl kan det vara av intresse att konstatera, att dessa skillnader väsentligen överensstämmer med förväntningar som kan resas utifrån kliniska iakttagelser. Med undantag för rökningen inträffade således en förhöjning av medel-

röstläget. Detta var mest påtagligt hos de grupper som angett röststrängning eller rösttrötthet. Dessa båda grupper skilde sig från de övriga även genom sitt snävare röstomfång, en skillnad som för fonastenigruppens eftermiddagsregistreringar i relation till hela materialet var statistiskt signifikant. Möjligen kan därför ett röstomfång under 4 halvtonsteg uppfattas som indicium på latenta röstproblem hos personer utsatta för hög röstbelastning.

De stora men individuellt mycket varierande förändringarna av röstläget i samband med den spontana röstbelastningen under arbetet i lekhallen uppmuntrade till att pröva effekten av röstbelastning även under mera kontrollerade förhållanden. Reaktionen med intensitetsstegring hos talrösten som svar på bullerexposition är välkänd och beskrivs i otolaryngologiska textböcker i allmänhet som Lombard-effekten eller rentav Lombard-reflexen (Lombard, 1911, cit. från Schultz-Coulon & Fues, 1976 a). Den lika välkända parallella röstlägesförhöjningen i förhållande till normal samtalston registrerades objektivt redan 1950 av Black. I anslutning till Heinemann (1972) valdes för de här beskrivna experimenten en brusnivå på 70 dB SPL. Överröstande av en lägre bullernivå innebär enligt Heinemanns fynd inte tillräckligt stor belastning för rösten, medan många patienter redan vid försök att överrösta buller på 80 dB och däröver tröttades så starkt, att de avstod från att försöka överrösta bullret och medvetet talade betydligt tystare än brusnivån, ett beteende som av Schultz-Coulon benämnes paradoxal reaktion i Lombardprovet.

I den aktuella undersökningsperioden tjänstgjorde tyvärr endast fyra förskollärare som lekledare i gymnastikhallen. Trots de betydande interindividuella skillnaderna mellan dessas resultat är tendensen av en betydande höjning av röstläget alldeles klar. Någon samvariation mellan höjningen av röstläget och ökningen av röstomfånget förelåg inte hos de undersökta fyra informanterna. En iakttagare av lektionerna hade en känsla av att de båda lärarna med den högsta förhöjningen av röstläget även beträffande sitt beteende i övrigt tycktes arbeta intensivare, medan de båda andra förhöll sig något mera distanserat.

Vid betraktande av resultaten av belastningsexperimentet (tabell 11.4.3.) noteras att det genomsnittliga utgångsvärdet för röstläget hos de åtta förskollärarna som deltog i experimentet låg vid den övre gränsen för de kvinnliga "normalvärden" som tidigare angetts i avsnitt 10. Utgångsvärdet för de fem röstterapeuternas genomsnittliga röstläge låg i sin tur vid den nedre gränsen av de framlagda normalvärdena. Skillnaden mellan de båda gruppernas

röstläge motsvarar ett intervall på 2,7 halvtoner. Orsaken till dessa skillnader har inte närmare penetrerats. De i resultaten av belastningsexperimentet framträdande tendenserna uppfattades av så stort intresse, att detta föranledde en undersökning av ett betydligt större material som redovisas nedan i avsnitt 13.

De erhållna skillnaderna mellan resultaten från förskollärarna och röstterapeuterna står i överensstämmelse med en liknande differens mellan patienter med funktionell dysfoni och professionella sångare, vilken rapporterats av Schultz-Coulon & Fues (1976 a). Dessa författare varierade emellertid röstbelastningen genom att stegvis öka intensiteten i maskeringsbullret i stället för att som i denna studie välja den kanske något mera realistiska tidsfaktorn som variabel. Då enligt den citerade rapporten dysfonipatienter skulle överrösta vitt brus med en ljudtrycksnivå av 80 dB SPL höjde de sitt röstläge med 16 %. Motsvarande förhöjningar för kvinnliga normalpersoner var 9 % och för professionella sångare 4 %. Storleken av dessa förändringar överensstämmer väl med resultaten av den här framlagda undersökningen (jfr fig. 11.4.1.). Differensen mellan dysfonigruppen och normala talare resp. sångare i den citerade studien ökade inte regelbundet och parallellt med höjningen av intensiteten, vilket kan sammanhånga med att ett ökat antal personer vid stegrad bullerbelastning svarat med att medvetet skona rösten och att sänka sin röstintensitet och -frekvens, dvs. reagerat paradoxalt i Lombard-provet enligt den tidigare citerade terminologin.

Ökningen av röstlägeshöjningen efter 15 minuters läsning står även i överensstämmelse med en rapport av Stone & Sharf (1973). Denne registrerade med hjälp av en lyssnargrupp den negativa påverkan på röstkvaliteten av bl.a. höjning av röstläget och fann tidsfaktorn av betydelse framför allt under de första 15 minuterna, varefter inträffade en plåtå eller minskning av de objektiva belastningsfenomenen, samtidigt som talarna angav en viss subjektiv lättnad i ansträngningen. Det är ovisst, om i den föreliggande studien förskollärarnas lilla sänkning av medelröstläget efter 30 minuters läsning bör tolkas som utslag av minskad anspänning genom adaptation till uppgiften eller såsom oförmåga att hålla det höga röstläget till följd av trötthet.

Förskollärarnas kvarstående röstlägesförhöjning efter brusexpositionens slut överensstämmer med den av Brewer & Briess (1960) beskrivna förlängningen av vad denne kallade "recovery-time", som inträffade hos en grupp dysfonipatienter jämfört med normala efter en belastning med vitt brus på mellan 70 och 100 dB.



11.4.6. Konklusion. - Den föreslagna metoden för glottografisk frekvensindikering visade sig mycket användbar vid fältstudier på en arbetsplats för att registrera förändringar av röstläge och -omfång under pågående röststrängning. Med vissa modifikationer skulle det troligen vara möjligt att utveckla metoden till en röststrängningsmätare i analogi med de bullermätare som kommer till användning inom hörselvården för att kartlägga yrkesmedicinska riskmiljöer. Stora skillnader i röstläge och -omfång registrerades således under pågående röststrängning jämfört med samma informanternas resultat vid läsning i lugn miljö. Däremot uteblev en förväntad förändring av röstfrekvensparametrarna som effekt av ansträngning under arbetsdagen. Även om det inte kunnat visas i vilken utsträckning informanterna verkligen ansträngt rösten under de arbetsdagar registreringarna pågick, synes det dock mest sannolikt att uteblivandet av de förväntade skillnaderna huvudsakligen hängde samman med den talsituation som användes för registreringarna. Högläsning i lugn miljö är troligen en alltför litet krävande uppgift för att urskilja konditionen hos olika röster. Vid förändring av talsituationen till ett belastningsprov erhöles betydande skillnader i resultaten från en smärre grupp förskollärare jämfört med en motsvarande grupp röstterapeuter. Resultaten av denna pilotstudie låter förmoda att belastningsprov bättre än högläsningsprov är ägnade att avslöja latenta röstfunktionsstörningar och möjligen även att påvisa effekterna av insatt terapi. Riktigheten av detta antagande har prövats genom ytterligare fältstudier på arbetsplatser före och efter röstbehandling av informanterna samt vid belastningsprov på en väsentligt större grupp talare (jfr. kap. 13).

## 12. Röstläge och -omfång vid kliniska fall av dysfoni.

Resumé. - Sammanlagt 244 kliniska fall av dysfoni undersöktes före och efter skilda former av terapi med avseende på röstläge och -omfång. Hos 105 fall med funktionell dysfoni registrerades efter logopedisk röstbehandling genomsnittligt en obetydlig sänkning av röstläget och en vidgning av röstomfånget med en kvarts ton. Vidgningen av omfånget kvarstod vid kontroller ca 1/2 år efter terapiavslutningen. Efter resektion av godartade larynxförändringar (polyper, randödem, etc.) förekom inga signifikanta förändringar av röstläget och -omfånget hos 45 undersökta män. 46 kvinnliga patienter använde däremot i genomsnitt ett nära en helton högre röstläge, vilket var en statistiskt mycket signifikant förhöjning som kvarstod även vid halvårskontrollen om än i ringre omfattning. Vid den kliniska undersökningen av tidig larynxcancer och premaligna förstadium till denna (leukoplakier) är det förrådiskt att lita på den auditiva röstbedömningen, då arten och graden av dysfoni kan vara densamma vid de båda tillstånden. I överensstämmelse härmed erhöles likartade pre- och postoperativa resultat vid registreringen av röstläge och -omfång hos 17 patienter med leukoplakier på stämläpparna och 10 patienter med larynxcancer. Möjligheten att med den glottografiska frekvensindikeringsmetoden följa effekten av viriliserande hormoner på röstfunktionen illustrerades genom registreringar av 21 kvinnliga patienter, vars röstläge efter genomsnittligen ett halvt års behandling med anabola steroider i depot-form i medeltal låg vid 165 Hz. Effekten av logopedisk röstbehandling kunde registreras hos åtta av dessa patienter. Mot förväntan ledde behandlingen till en höjning av röstläget med genomsnittligen en halvtton. Detta resultat visade sig emellertid vid halvårskontroller vara av helt övergående natur. Röstfrekvensregistreringar, som med den här beskrivna metoden kan genomföras i real-tid samtidigt med den rutinmässiga bandinspelningen, berikar den kliniska undersökningen med värdefull objektiv information, som i enskilda fall kan bli avgörande vid bedömningen. I allmänhet synes emellertid registreringar av högläsningssprov i lugn miljö vara otillräckliga för dokumentering av terapieffekter, och det torde i många fall vara lämpligare att använda någon form av belastningsprov för detta ändamål.

12.1. Röstläge och -omfång vid funktionell dysfoni. - Med termen funktionell dysfoni har i detta sammanhang betecknats fall med sviktande röstfunktion, som vid den indirekta laryngoskopin inkluderande stroboskopi företedde väsentligen normalt larynxfynd. Vid mikrostroboskopisk undersökning, en metod som inte har varit tillgänglig vid diagnostiken av samtliga här beskrivna patienter, noterades av och till obetydliga mikrolesioner i stämläpparnas slemhinna, vilket dock inte föranledde någon ändring av diagnosen. I den kliniska undersökningen noterades mera sällan en heshet i betydelsen patologiskt avvikande röstkvalitet, även om rösten i flertalet fall bedömdes hyperkinetiskt pressad och mer eller mindre klangfattig. I vissa fall var röstklängen vid den kliniska bedömningen helt normal, och patientens besvär bestod i en snabb uttröttbarhet med irritationskänsla i strupen vid röststrängning snarare än i en hörbar heshet. Även dessa fall, som i foniatriska sammanhang brukar betecknas med termen fonasteni, har inbegripits i den här beskrivna patientgruppen. Måhända är det av klarläggande betydelse att påpeka den något avvikande användningen av begreppet 'fonasteni' i oto-laryngologiska sammanhang, där det snarast bru-

kas synonymt med den här omskrivna beteckningen funktionell dysfoni.

Enligt allmän klinisk erfarenhet avviker röstläget vid funktionell dysfoni ej sällan från vad som bedöms vara patientens fysiologiskt bästa eller effektiva, dvs. det läget där fonationen försiggår med minsta möjliga muskelarbete. Delvis som led i den vid funktionell dysfoni ofta förekommande allmänna muskulära spänningsbenägenheten kan röstläget antingen ligga stelt nedpressat eller vara förhöjt, vilket är den vanligaste formen åtminstone hos här undersökta patienter. Röstkaraktären vid funktionell dysfoni tycks variera starkt med faktorer i omgivningen. Möjligen bildar detta förklaringen till att Cooper (1974) i en spektrografisk undersökning av 155 patienter med dysfoni bedömde röstläget som patologiskt sänkt hos inte mindre än 150. Detta fynd är så anmärkningsvärt, att det föranledde publikationen av ett inlägg av Mueller (1975). Denne fann Coopers påstående vilseledande, nämligen att en nedpressning av röstläget skulle vara bidragande orsak till flertalet dysfonier. I ett genmäle i omedelbar anslutning till Muellers inlägg vidhöll Cooper sin uppgift och gav utifrån sin erfarenhet av 2 000 röstpatienter uttryck för uppfattningen, att röstläget ligger för lågt hos ungefär 90 % av dessa.

En annan förklaring kan vara den typ av analytisk röstterapi, som användes av Cooper (1973). Smith (1955, med medarb. Lauridsen) objektiviserade med en mycket arbetskrävande analysmetod röstfrekvensfördelningen hos två patienter, som undergått en liknande analytisk röstterapi och fann likaledes en höjning av röstläget. Däremot förelåg en sänkning hos två andra patienter, som behandlats med accentmetoden. Denna, liksom tuggmetoden, anges av sina upphovsmän i allmänhet leda till en sänkning av röstläget (Smith & Thyme, 1978; Froeschels, 1969). Detta överensstämmer med den i litteraturen mera allmänt företrädde uppfattningen, att röstläget vid funktionell dysfoni oftast är förhöjt (Laguaitte & al., 1964; af Ugglas & Hellström, 1968; Gundermann & Grützmacher, 1970; Böhme, 1974).

Röstomfånget har inte uppmärksamrats i samma utsträckning i litteraturen som läget. I en studie av fem patienter med funktionell dysfoni men dessutom med varierande språklig bakgrund fann af Ugglas (op. cit.) ett avsevärt men inte signifikant lägre 80-procentomfång än i en kontrollgrupp. Detta överensstämmer med det kliniska intrycket av en tendens till monotoni vid funktionell dysfoni.

Den auditiva skattningen av röstläget är försvårad vid funktionell dysfoni (jfr ovan, avsnitt 8), vilket till en del kan förklaras med aperiodicitet eller

dämpning av stämläpparnas vibrationer, t.ex. vid knarrig röstkvalitet. Värderingen av terapi effekter försvåras dessutom genom den parallella förändringen av röstklängen. Som resultat av terapin kan grundtonen klinga starkare, vilket kan ge intryck av röstlägessänkning utan att fonationsfrekvensen har ändrats. Å andra sidan kan terapin medföra en ökad intensitet av mera högfrekventa delar av röstsignalens klangspektrum. Den uppkomna "ljusare" röstklängen kan då lätt leda till ett felaktigt intryck av en röstlägesförhöjning. Den åstadkommes genom den i terapin eftersträfvade förändringen av stämläpparnas vibrationsmönster till en hastigare och längre glottisslutning, som exciterar framför allt de högre resonansfrekvenserna i ansatsröret (Miller, 1959).

Föreliggande undersökning är så vitt bekant den första mera omfattande objektiva studien av den intraindividuell variationen av röstläget och -omfånget under inflytande av funktionell röstbehandling. Ur ett arkiv med fortlöpande kliniska bandupptagningar av talsignal och glottogram samlades samtliga fall av funktionell dysfoni. Av dessa valdes ut de 116 fall som blivit registrerade före och efter logopedisk röstbehandling för att bilda underlag för denna undersökning. Vid avlyssning av banden avvisades två fall p.g.a. alltför påtaglig utländsk brytning och två andra fall p.g.a. synnerligen avvikande röstläge. En kontroll av patientjournalerna i dessa senare fall visade att osäkerhet om diagnosen förelegat med differentialdiagnosen misstänkt virilisering resp. psykogent betingad falsettröst som tänkbara alternativ. Den elektrogloottografiska signalen bedömdes vid avlyssningen vara defekt i 7 av de över 200 inspelningarna, så att efter den auditiva granskningen av registreringarna 105 fall kom att återstå. Dessa fördelade sig på 36 män och 69 kvinnor med ett åldersgenomsnitt av knappt 40 år och en standardavvikelse av 12 resp. 16 år. Tiden mellan den första och andra bandupptagningen var både hos de manliga och de kvinnliga patienterna i genomsnitt 3 månader. Under denna tid hade patienterna erhållit funktionell röstbehandling, merendels enligt accentmetoden i mer eller mindre modifierad form (Smith & Thyme, 1978; Dalhoff & Kitzing, 1977). Röstfrekvensanalyserna genomfördes i efterhand (off-line) med den ovan beskrivna mikrodator tekniken (Intel 8080, röstomfånget uttryckt som  $P_{15}$ -avvikelsen).

De erhållna resultaten framgår av tabell 12.1. och ansluter som synes mycket nära till de "normalvärden" som ovan föreslagits (avsnitt 10). De ger inte stöd för uppfattningen att systematiska avvikelser av röstfrekvensparametrarna skulle förekomma vid funktionell dysfoni. De observerade terapi effekterna på röstläget har varit helt obetydliga, men trots detta erhöles en svag signifikans för en sänkning på 3 Hz efter behandlingen hos de kvinnliga patienterna.

Tabell 12.1. Genomsnittligt röstläge och -omfång vid funktionella röstrubbningar före och efter logopedisk behandling.

Kön (Genomsnitts- ålder)	Antal patienter i informantgrupperna			Röstläge (Hz)			Röstomfång, P <sub>15</sub> - (halvtönsteg)		
	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.
Män (39 år)	36	36	19	110,2 (20,21)	109,6 (16,26)	108,5 (14,93)	5,9 (1,64)	6,4 (1,71)	6,4 (1,61)
rökare (43 år)	7			107,3 (22,27)			5,7 (0,95)		
icke-rökare (39 år)	27			109,6 (20,75)			6,0 (1,82)		
Kvinnor (37 år)	69	69	44	193,2 (20,32)	190,1* (20,08)	193,1 (20,69)	5,4 (1,43)	5,8 (1,24)	6,0 (1,45)
rökare (28 år)	18			183,3 (18,13)			5,0 (1,53)		
icke-rökare (41 år)	51			196,7 (20,06)			5,6 (1,38)		

A. = före, B. = efter logopedisk röstbehandling, C. = halvårskontroll efter avslutad behandling.

d % = procentuell ändring i relation till A. - Standardavvikelsen anges under medelvärdena inom parentes.

Signifikansbeteckningen uttrycker sannolikheten för skillnaden i relation till resultatet före behandling.

Signifikansen bestämd genom jämförelse av parade observationer efter omvandling av röstlägesvärdena till cent.

Röstomfånget hade hos båda könen tillsammans signifikant vidgats med genomsnittligen 1/4 tonsteg efter behandlingen, en terapieffekt som kvarstod hos de patienter som även registrerats vid halvårskontrollen. Den funktionella röstbehandlingen hade således i första hand en kvarstående effekt på patienternas röstomfång, något som tidigare vid den kliniska bedömningen endast har kunnat förmodas men inte objektivt registreras. F.ö. är det uppenbart att registreringarna i föreliggande form differerar allt för litet för att låta terapiefekter framträda på röstläget. För detta ändamål är det lämpligare att använda belastningsprov av den typ som beskrivs i avsnitt 13.

Vid resultatssammanställningen grupperades patienterna även i enlighet med sina rökvanor. Den höga andelen icke-rökare i patientgrupperna återspeglar en terapeutisk policy att i möjligaste mån försöka förmå patienten att avstå från rökningen och att först påbörja den funktionella röstbehandlingen om röstbesvären - mot förmodan - därefter skulle kvarstå. Tobakskonsumtionen höll sig i denna patientgrupp inom måttliga gränser (i allmänhet upp till tio cigaretter eller motsvarande per dag). Detta är troligen en effekt av att en mera omfattande rökning vanligen medför så betydande slemhinneförändringar, att dessa utesluter diagnosen funktionell dysfoni, som ju förutsätter laryngologiskt normalstatus. Trots detta observerades ett lägre röstläge hos framför allt de kvinnliga rökarna, där den cirka 7-procentiga sänkningen av röstläget i förhållande till icke-rökarna var svagt signifikant ( $p \leq 0,05$ ).

12.2. Röstläge och -omfång vid organisk dysfoni till följd av benigna larynxförändringar. - Organiska förändringar av struphuvudet kan inverka på fonationsfrekvensen på skilda sätt beroende på förändringarnas lokalisation, omfattning och art. Sekundära ändringar av röstfunktionen är dessutom vanliga till följd av talarens strävan att kompensera för den organiska förändringen. En sänkande effekt på röstläget kan förväntas vid processer som ökar stämläpparnas svängande massa (Zemlin, 1968). Simuleringsförsök med matematiska larynxmodeller i dator ger dock anledning till förmodan, att betydelsen av denna faktor har övervärderats och att fonationsfrekvensen snarare påverkas av stämläpparnas viskositet i betydligt högre utsträckning än tidigare antagits (Titze, 1973/74). Den genom organförändringarna förorsakade förlängningen av stämläpparnas periodtid kan emellertid ske så oregelbundet, att detta ger upphov till intryck av heshet (Wendahl, 1966 a) medan röstläget förblir oförändrat. Någon auditiv perceptuell koppling mellan heshet och sänkt röstläge tycks inte förekomma (Murry, 1975), trots att egenskaperna "grov" och "djup" gärna förknippas med varandra vid beskrivningar av röstkvalitet.

I litteraturen har påträffats endast några enstaka rapporter som tar ställning till frågan om röstfrekvensen vid organisk dysfoni. Peacher (1947) fann i en studie av 16 fall med kontaktgranulom anledning till förmodan, att denna förändring hängde samman med en nedpressning av röstläget. Författaren drar emellertid själv den slutsatsen, att det snarast var patienternas bristfälliga röstfunktion som åstadkommit de organiska förändringarna. Dessa brukar dessutom vara lokaliserade så långt bak på den kartilaginösa delen av stämläpparna, att det är mycket tveksamt om de kan inverka direkt på fonationsförloppet. Av den anledningen har fall med kontaktgranulom uteslutits från den här föreliggande undersökningen. Shipp & Huntington (1965) genomförde en strikt akustisk och perceptuell undersökning av 15 patienter med akut laryngit, som efter tillfrisknandet fick utgöra sina egna kontroller. Beträffande centralvärdena för fonationsfrekvensen observerades inga skillnader. Däremot var frekvensomfånget signifikant inskränkt under pågående laryngit. Michel (1968 b) fann inga signifikanta skillnader i röstläget mellan en grupp på tio kliniskt hesa män och en röstfrisk kontrollgrupp. Med en liknande metodik som den här föreslagna genomförde Wechsler (1977) en pilotstudie av en grupp hesa patienter med mycket skiftande diagnoser. Några statistiskt signifikanta förändringar av data för röstfrekvensdistributionen kunde inte förmärkas efter varierande ingrepp, och några påtagliga tendenser kan inte heller utläsas av Wechslers publicerade resultat från fallen med organisk dysfoni.

För den föreliggande undersökningen har från ett arkiv med kliniska rutininspelningar plockats de fall som blivit registrerade före och efter operation av godartade förändringar i struphuvudet. Av sammanlagt 104 sådana inspelningar utmönstrades 13 efter en auditiv bedömning av såväl den elektroglottografiska som den akustiska signalen samt en genomgång av patientjournalerna. I tre av dessa fall bedömdes kvaliteten hos den elektroglottografiska signalen som alltför otillfredsställande för en säker frekvensanalys. I ett fall förelåg alltför påtaglig utländsk brytning. I ett annat förekom en betydande gomspalt, som vid sidan om stämbandsförändringen kunde tänkas influera på patientens röst. De flesta inspelningarna, nämligen inalles nio, utmönstrades dock till följd av att det vid kontroll av lokalstatus och operationsberättelse i patientjournalen hade framkommit, att den aktuella larynxförändringen inte var lokaliserad i anslutning till glottis och därför knappast kunde inverka på röstfunktionen.

Efter denna sällning återstod inspelningar från 45 manliga och 46 kvinnliga patienter med en genomsnittlig ålder av drygt 40 år (standardavvikelse 14 resp. 10 år). Bland männen förekom 12 med diagnosen randödem, 27 med polyper och 6 med cystor. Bland kvinnorna fanns 29 med randödem, 8 med polyper, en med

intubationsgranulom, 2 med cystor och 6 med stämbandsknottror. Behandlingen bestod i samtliga fall i en mikrolaryngoskopisk resektion av larynxförändringarna, vars histologiska karaktär fastställdes genom patologisk-anatomisk diagnostik. Vid förekomst av dubbelsidiga förändringar måste den röstförbättrande operationen ibland företas i två seanser. I dessa fall användes inspelningen efter det andra ingreppet som postoperativ registrering för denna undersökning, så att genomgående slutresultatet efter den kirurgiska behandlingen har registrerats. Detta skedde i genomsnitt på den 16:e postoperativa dagen hos de manliga patienterna och på den 18:e hos kvinnorna. Tiden mellan pre- och postoperativ registrering var hos de manliga patienterna i genomsnitt 29 dagar och hos de kvinnliga 38 dagar. 21 manliga och lika många kvinnliga patienter hade dessutom blivit registrerade vid senkontroller i genomsnitt ytterligare 8 resp. 9 månader efter den postoperativa undersökningen. Vid resultat-sammanställningen har patienterna också indelats i enlighet med sin tobakskonsumtion. Röstfrekvensanalysen genomfördes liksom i övriga fall som beskrivs i detta kapitel från de inspelade banden (dvs. off-line) med hjälp av den tidigare skildrade mikrodator-tekniken (Intel 8080, röstomfånget uttryckt som  $P_{15}$ -avvikelsen).

Resultaten framgår av tabell 12.2. och uppvisar som synes inga terapibetingade förändringar för de manliga patienternas del. Ej heller förekom några avvikelser från de ovan (avsnitt 10) föreslagna "normalvärdena" för manligt röstläge och -omfång. Röstläget hos de kvinnliga patienterna var däremot före operationen klart sänkt jämfört med "normalvärdena". Efter operationen registrerades en mycket signifikant förhöjning av röstläget med 11 %, vilket innebar en normalisering. Hos de kvinnor vars röstfrekvenser blivit registrerade vid senkontrollerna hade denna skillnad reducerats till 6 % men var fortfarande svagt signifikant ( $p \leq 0,05$ ). Beträffande röstomfånget erhöles inga signifikanta förändringar efter operationen vare sig hos de manliga eller kvinnliga patienterna.

Inte helt oväntat överväger rökarna i detta patientmaterial med larynxförändringar av sådan omfattning, att de motiverat kirurgiskt ingrepp. Skillnaden i röstläge mellan grupperna av rökare och icke-rökare var trots relativt höga spridningsvärden svagt signifikant ( $p \leq 0,05$ ) hos både manliga och kvinnliga patienter och uppgick till 12 resp. 13 procent.

De organiska förändringarna på stämläpparna har således i detta material förorsakat en betydligt kraftigare sänkning av det kvinnliga röstläget än det



Tabell 12.2. Genomsnittligt röstläge och -omfång vid godartade organiska röstrubbingar före och efter kirurgisk behandling.

Kön (Genomsnitts- ålder)	Antal patienter i informantgruppen		Röstläge (Hz)		Röstomfång, P <sub>15</sub> - avvikelsen (halvtonsteg)		C. d %	
	A.	B.	A.	B.	A.	B.		
Män (44 år)	45	44	21					
rökare (44 år)	29			113,3 (21,19)	109,5 (23,26)	6,0 (1,52) 6,0 (1,74)	6,2 (2,03)	5,8 (1,40) -3,8
icke-rökare	16			120,2 (19,85)		6,1 (1,15)		
Kvinnor (43 år)	46	46	21					
rökare (43 år)	35			187,7*** (21,11)	178,8* (25,42)	5,7 (1,55) 5,9 (1,59)	5,6 (1,39)	6,1 (1,49) 7,7
icke-rökare (42 år)	8			162,8 (30,59) 186,9 (9,46)		5,0 (1,31)		

A. = före, B. = efter operationen,

d % = procentuell ändring i relation till A. - Standardavvikelsen anges under medelvärdena inom parentes. C. = halvårskontroll efter avslutad behandling.

Signifikansbeteckningarna uttrycker sannolikheten för skillnaden i relation till resultatet före behandling. Signifikansen beräknad genom jämförelse av parade observationer efter omvandling av röstlägesvärdena till cent.

manliga. Som en förklaring kan anföras det kvinnliga struphuvudets mindre storlek och gracilare uppbyggnad, så att varje organisk förändring får en större relativ effekt. Den sänkande effekten på röstläget av tobaksrökningen var dock av samma storleksordning hos båda könen i detta patientmaterial med organisk dysfoni, nämligen drygt 12 %. Den överensstämmer med tidigare beskrivna resultat från kvinnliga talare utan subjektiv heshet (avsnitt 11.2.).

Förutom den konstaterade sänkningen av röstläget har larynxförändringarna självfallet även förorsakat en nedsättning av röstkvaliteten. Den främsta funktionellt-anatomiska motsvarigheten till detta auditiva intryck består i oregelbundenheter i stämbandsvibrationernas frekvens och amplitud (eng. jitter och shimmer, Wendahl, 1966 a). Detta har även kommit till uttryck i en betydligt större andel extremt låga frekvenser i de frekvensfördelningar som registrerades preoperativt. Detta förhållande, som inte närmare penetreras i föreliggande arbete, har utnyttjats vid försök till en kvantifiering av röstkvaliteten med en liknande metod som den här beskrivna (Fourcin & Abberton, 1976). Som tidigare nämnts avvisas de extremt lågfrekventa delarna av fördelningen i det vid denna metod använda dator-programmet för beräkning av röstfrekvensparametrarna. Erfarenheten av de i denna delstudie beskrivna registreringarna tycks ge stöd för uppfattningen, att det med den här angivna metoden i stor utsträckning lyckats att göra objektiveringen av röstfrekvensparametrarna okänslig för bristande periodicitet i talsignalen.

12.3. Röstläge och -omfång vid larynxcancer och förstadiet till denna. - Det första symtomet på larynxcancer är i allmänhet heshet. Oftast är en heshet endast tecken på en banal luftvägsinfektion, och därför är det inte ovanligt att röstförsämringen i början negligeras av patienter och ibland även läkare (eng. patient's and doctor's delay). Anamnestiskt börjar hesheten vid larynxcancer ej sällan med en luftvägsinfektion. Patienten kan under många års kronisk laryngit ha vant sig vid en hes röstkvalitet och uppmärksammar kanske inte sådana försämringar av rösten som signalerar en cancer eller förstadiet till denna, s.k. leukoplakier.

Auditivt kan skilda kvaliteter urskiljas vid heshet. Rösten kan t.ex. vara skrovlig, knarrig eller läckande. Kreul & Hecker (1971) lät i en undersökning av fem patienter med larynxcancer och fem åldersmatchade kontrollpersoner lyssnare avge ett allmänt omdöme om röstkvaliteten liksom en uppskattning av talarens ålder. Det visade sig att kvalitets- och åldersskattningen differerade ut patienterna med larynxcancer från de friska kontrollpersonerna ungefär lika

bra. En akustisk analys av de lyssnarbedömda talproven (Hecker & Kreul, 1971) visade att cancerpatienternas talsignal innehöll fler aperiodiciteter och att röstfrekvensomfånget var snävare än hos de friska kontrollpersonerna.

De citerade undersökningarna är måhända endast ett kvantitativt uttryck för den lättuppfattade men svårdefinierade skillnaden mellan en frisk och en "organiskt" hes röst. I föreliggande studie har syftet varit att i stället undersöka eventuella skillnader i fonationsfrekvens mellan patienter med leukoplakier på stämläpparnas slemhinna och sådana med glottal cancer. Det är en klinisk erfarenhet att röstkvaliteten vid de båda tillstånden knappast skiljer sig åt auditivt. En differentiering i samband med rutinundersökningar är möjlig endast med hjälp av stroboskopi och i tveksamma fall måste man alltid företa prov-excision för att erhålla patologisk anatomisk diagnos. Med hänsyn till risken för utveckling av invasiv cancer resp. recidiv måste patienter med stämbands-leukoplakier lika väl som de som erhållit behandling för larynxcancer underkastas täta kontroller. Att vid dessa kontroller ha tillgång till en metod som vid sidan om stroboskopin bidrog till att differentiera mellan de nämnda tillstånden hade varit mycket värdefullt.

För den här föreliggande undersökningen samlades ur ett bandarkiv med rutinmässiga inspelningar av kliniska fall samtliga upptagningar av manliga patienter med förstadier till larynxcancer (leukoplakier) och sådana med cancer i tillräckligt tidiga stadier för att undgå laryngektomi. Gruppen med leukoplakier kom att omfatta 17 patienter med en genomsnittsålder av 53 år (standardavvikelse 11,6 år), medan gruppen med cancer omfattade 10 patienter i en genomsnittsålder av 62 år (standardavvikelse 7,2 år). Behandlingen av leukoplakipatienterna bestod i en mikrolaryngoskopisk dekortikering av den angripna stämläppen. Samma ingrepp hade företagits hos cancerpatienterna för att erhålla material för patologisk anatomisk diagnos. Tiden mellan ingreppet och den postoperativa inspelningen var i genomsnitt något över tre veckor för båda grupperna. Mellan den pre- och postoperativa inspelningen hade i genomsnitt förlöpt 5 veckor. Från 15 av leukoplakipatienterna och 7 av cancerpatienterna förelåg även registreringar vid halvårskontroller eller senare. Tiden mellan den postoperativa inspelningen och denna senare var i genomsnitt 6 månader hos leukoplakipatienterna och 9 månader hos cancerpatienterna. Dessa hade under denna tid i allmänhet erhållit strålbehandling. Röstfrekvensanalyserna företogs med ovan beskrivna mikrodator teknik (Intel 8080, röstomfånget uttryckt som  $P_{15}$ -avvikelsen).

Tabell 12.3. Genomsnittligt röstläge och -omfång vid precancerösa stämbandsförändringar och vid tidig larynxcancer.

Diagnos, kön (genomsnitts- ålder)	Röstläge (Hz)						Röstomfång, P <sub>15</sub> -av- vikelsen (halvtonsteg)		
	n	A.	n	B.	n	C.	A.	B.	C.
Precancerös män (53 år)	17	110,1 (20,62)	17	115,1 (25,64)	15	116,1 (21,61)	6,47 (1,37)	6,76 (1,68)	7,07 (1,94)
Cancer laryngis män (62 år)	10	109,8 (24,27)	10	118,1 (31,72)	7	107,6 (16,92)	6,10 (1,79)	6,10 (1,29)	7,29 (2,36)

A. = före, B. = efter mikrolaryngoskopisk operation

C. = vid halvårskontroll. n = antal patienter i informantgruppen.

Standardavvikelsen anges under medelvärdena inom parentes.

Resultaten visas i tabell 12.3. De preoperativa värdena för röstfrekvens och -omfång överensstämmer som synes väl med de tidigare föreslagna "normalvärdena" för manliga röster (avsnitt 10) och skiljer sig inte heller påtagligt mellan de undersökta grupperna. Några statistiskt signifikanta skillnader mellan registreringar vid olika tidpunkter iaktogs inte vid en jämförelse av parade observationer. Ej heller vid jämförelsen mellan de båda undersökta grupperna framkom några signifikanta skillnader.

Emellertid synes i materialet framträda vissa tendenser som vid en utökning av antalet observationer möjligen hade kunnat medföra statistisk signifikans. Viktigast av dessa tendenser förefaller vara det något större röstomfånget såväl pre- som postoperativt hos leukoplakipatienterna, vilket överensstämmer med Heckers & Kreul (1971) ovan refererade fynd av inskränkt omfång vid cancer. Ökningen av cancerpatienternas röstomfång vid senkontrollen kan möjligen sättas i samband med att åtskilliga av dem samtidigt med strålbehandlingen erhållit profylaktisk röstterapi (Fex & Henriksson, 1970). Den postoperativa

förhöjningen av röstläget i båda grupperna överensstämmer med de ovan relaterade resultaten vid benigna former av organisk dysfoni (avsnitt 12.2.). Om den relativt stora skillnaden i röstläge mellan grupperna vid senkontrollerna kan spekuleras följande: Leukoplakipatienter brukar följa uppmaningen att sluta röka. Deras högre röstläge kan således vara ett tecken på att tobakseffekten klingat av. En liknande mekanism hade kunnat förväntas hos cancerpatienterna, men hos dessa kvarstår ej sällan ödematösa svullnader efter strålningsbehandling, vilka skulle kunna förklara ett något nedsatt röstläge.

Den objektiva registreringen av röstfrekvensdistributionen har emellertid inte visat sig vara något lämpligt instrument för att skilja fall av tidig larynx-cancer från förstadier till denna. Detta är helt i överensstämmelse med den kliniska erfarenheten, att röstläget och -kvaliteten är till ringa vägledning vid ställningstagandet till larynxcancer, varför en ingående laryngologisk utredning är ett ofrånkomligt krav vid minsta misstanke på denna sjukdom.

12.4. Röstläge och -omfång efter viriliserande hormonbehandling. - Flera av kroppens hormoner påverkar struphuvudet och därmed röstfunktionen (Kitzing, 1964; Heinemann, 1976; Weinberg & al., 1975). Den mest påtagliga hormonberoende röstförändringen är målbrottet, som har tangerats något i den föregående framställningen (avsnitt 10.2.). De morfologiska och funktionella förändringarna av struphuvudet under målbrottet styrs i huvudsak av de manliga könshormonerna eller androgena steroiderna, som också reglerar utvecklingen av andra sekundära könskaraktärer hos mannen, såsom t.ex. skäggväxten. Denna s.k. viriliseringseffekt inträffar även hos barn och kvinnor som utsättes för androgen hormonpåverkan, vilket kan ske antingen endogent t.ex. från hormonproducerande tumörer eller utifrån genom medicinering. Förutom viriliseringseffekten besitter de androgena steroiderna även en uppbyggande och konserverande effekt på organismens proteinomsättning, den s.k. anabola effekten.

Genom utvecklingen av syntetiska steroider har man inom farmakologin sökt isolera denna ofta eftersträfvade anabola effekt, men ännu torde inga anabola läkemedel vara helt fria från viriliserande biverkningar. Av dessa är inflytandet på den kvinnliga rösten av speciellt intresse i detta sammanhang. Risken för virilisering har påtalats i ett flertal publikationer under de senaste två

decennierna (jfr t.ex. Berendes, 1962, samt en omfattande litteraturöversikt hos Heinemann, 1976), Enskilda kvinnors känslighet för virilisering varierar mycket, varför doseringsnivåer utan risk för biverkningar inte har kunnat fastställas. De första röstsytomen vid virilisering består ofta i en ospecifik uttrötthet (fonasteni) och harklingsbenägenhet samt en påverkan av röstklängen, som förgrovas på ett karakteristiskt sätt. Först senare påverkas fonationsfrekvensen, främst med en förlust av de högsta tonerna i omfånget och en sänkning av röstläget. Viriliseringssytomen bedöms allmänt som irreversibla även efter utsättande av de förorsakande medlen. Röstterapi inriktas i första hand på att hjälpa patienten att anpassa sin röstfunktion till de nya förhållanden som etablerats i struphuvudet under hormonpåverkan.

En negativ äggvitebalans förekommer vid nästan alla svårare sjukdomstillstånd liksom vid långvarig svält och såsom ålderssymtom. Indikationerna för behandling med anabola medel är därför mångskiftande. Av somliga rekommenderas de rentav för behandling av aptitlöshet, och deras användning av idrottsmän i styrkekrävande grenar är välkänd. Fördelarna med behandlingen bör vid dessa indikationer alltid noga avvägas mot biverkningsriskerna, och patienten bör informeras om viriliseringssytomen vid behandlingens insättande. En vital indikation för behandling med viriliserande steroider föreligger vid hormonberoende mammar- och ovarialcancer, där terapin måste fortgå trots uppkomsten av biverkningar.

Syftet med föreliggande delstudie var att demonstrera möjligheten att med den föreslagna glottografiska frekvensindikeringsmetoden objektivt registrera viriliseringseffekten på kvinnliga röster vid behandling med anabola eller androgena steroider. Arkivet med kliniska rutininspelningar befanns omfatta 21 fall av endokrin dysfoni hos kvinnor. Deras genomsnittliga ålder uppgick till 55 år med en standardavvikelse av 5,3 år. Flertalet hade under genomsnittligen sju månaders tid blivit behandlade med en anabol depot-steroid för hormonberoende cancer. I enstaka fall hade även förekommit behandling med ett kombinerat östrogen-testosteronpreparat för klimakteriella besvär, och det var omöjligt att i efterhand fastställa den exakta doseringen från patientens behandlingsjournaler eller anamnes. Fyra fall hade blivit registrerade även efter ett helt års hormonbehandling. Åtta av fallen hade erhållit logopedisk röstbehandling och blivit registrerade omedelbart före och efter denna. Av dessa hade sex dessutom hunnit registreras vid kontroller ett halvt år efter avslutad röstbehandling. Röstfrekvensanalyserna företogs från bandupptagningarna på tidigare beskrivet

sätt med mikrodator teknik (Intel 8080, röstomfånget uttryckt som P<sub>15</sub>-avvikelsen).

De erhållna resultaten visas i tabellerna 12.4. och 12.5. De har p.g.a. det alltför ringa antalet försökspersoner inte kunnat säkras statistiskt. Trots detta framträder den betydande effekten av hormonbehandlingen på röstläget helt tydligt. Den visade differensen mellan 193 Hz och 165 Hz innebär en sänkning av röstläget efter 1/2 års hormonbehandling med 2,7 halvtonsteg, och sänkningen till 141 Hz innebär en förändring med 5,5 halvtonsteg efter ett års behandling. Någon påverkan av röstomfånget observerades dock inte av hormonbehandlingen.

Tabell 12.4. Genomsnittligt röstläge och -omfång vid inverkan av viriliserande hormoner.

Kön (genomsnittsalder)	Röstläge (Hz)						Röstomfång, P <sub>15</sub> -avvikelsen (halvtonsteg)		
	A.		B.		C.		A.	B.	C.
	n		n	d %	n	d %			
kvinnor (55 år)	5	193,0 (10,56)	21	164,7 -14,7 (22,14)	4	140,5 -27,2 (13,48)	6,2 (0,84)	6,1 (2,12)	6,0 (1,00)

A. = före hormonbehandling, B. = efter ca. 1/2 års sådan behandling, C. = efter ca. 1 års behandling. n = antal patienter i informantgrupperna. d % = procentuell ändring i relation till A. Standardavvikelsen anges under medelvärdena inom parentes.

Av de 21 patienter som erhållit ett halvt års hormonbehandling blev åtta föremål för logopedisk röstterapi. Röstläget hos dessa åtta patienter överensstämde mycket nära med röstläget för hela den större gruppen, nämligen drygt 160 Hz. Vid terapistarten informeras patienterna i allmänhet om, att viriliseringseffekten på rösten anses irreversibel och att röstterapiens främsta syfte är att anpassa röstfunktionen till de förändrade förhållanden som uppkommit i struphuvudet till följd av hormonpåverkan. Trots detta noterades något överraskande en

terapieffekt i form av en röstlägesförhöjning med en halvton omedelbart vid terapiavslutningen, medan röstomfånget låg konstant oförändrat. Hos de sex patienter som även hunnit registreras vid halvårskontrollen visade sig emellertid den uppnådda terapieffekten på röstläget helt övergående, trots att hormonbehandlingen för dessa patienters del upphört under mellantiden.

Tabell 12.5. Genomsnittligt röstläge och -omfång vid hormonell dysfoni före och efter logopedisk röstbehandling.

Kön (genomsnitts ålder)	Röstläge (Hz)						Röstomfång, P <sub>15</sub> -avvikelsen (halvtonsteg)		
	A.		B.		C.		A	B	C
	n		n		n				
Kvinnor (54 år)	8	162,8 (19,38)	8	173,4 (17,94)	6	165,8 (22,89)	5,9 (1,55)	5,9 (1,73)	6,0 (1,41)

A. = före logopedisk röstterapi, B. = vid avslutning av denna terapi, C. = 1/2 år efter terapiavslutning. n = antal patienter i informantgrupperna. Standardavvikelsen anges under medelvärdena inom parentes.

De framlagda resultaten kan p.g.a. det ringa antalet observationer endast göra anspråk på att illustrera möjligheten att med den glottografiska frekvensindikeringsmetoden objektivt följa viriliseringseffekten av hormonbehandling på röstläget. Detta har vid handläggningen av enskilda kliniska fall redan visat sig mycket värdefullt, när man för patienten objektivt kunnat dokumentera, att röstförändringarna i själva verket inte var så påtagliga som de upplevdes subjektivt. Eftersom röstfunktionen ej sällan är den känsligaste indikatorn på begynnande virilisering, torde en objektiv röstfrekvensregistrering även kunna utnyttjas för en styrning av hormonbehandlingen, när indikationen för denna endast är relativ (Vuorenkoski & al., 1972)



### 13. Röstläge och -omfång före och efter logopedisk röstbehandling.

#### Metod för objektivisering av behandlingsresultat.

Resumé. - Patienter med funktionell dysfoni uppvisar sällan några betydande avvikelser från normalförhållandena i sitt röst- och larynxstatus. En orsak är, att undersökningen i allmänhet försiggår, när patienten är fri från sina röstbesvär och inte i den situation eller vid den tidpunkt, när rösten verkligen är ansträngd. I brist på objektiva undersökningskriterier måste en stor del av värderingen av röstfunktionsstörningar och terapieresultat grundas på patientens subjektiva uppgifter. I en pilotundersökning genomfördes röstfrekvensregistreringar ute på arbetsplatser i sådana situationer, som hade angetts leda till röstbesvär. Försökspersonerna utgjordes av åtta patienter, som sökt vård för dessa röstbesvär och som erhållit diagnosen funktionell dysfoni. Röstfrekvensregistreringarna genomfördes före och efter logopedisk röstbehandling. Efter behandlingen låg röstläget oförändrat vid högläsning men 7 % sänkt vid spontantal i arbetssituationen. Denna objektivt registrerade terapi effekt i arbetssituationen kunde i samband med den kliniska undersökningen beträffande sin tendens reproduceras genom belastningsprov, där patienten fick överrösta vitt brus. Härvid noterades de största terapiberoende effekterna först efter 15 - 30 minuters röstänsträngning och omedelbart efter denna. Dessa resultat kunde säkras statistiskt genom att utvidga undersökningen till en större patientgrupp (19 män och 33 kvinnor). Av resultaten framgår att röstlägesförhöjningar efter 15 minuters överröstande av 70 dB SPL vitt brus på över 15 % hos män och över 12 % hos kvinnor liksom en kvarstående förhöjning på över 5 % omedelbart efter genomförd belastning inom ramen för den beskrivna metodiken torde kunna tjäna som objektivt indicium på latent nedsatt röstfunktion. - Beträffande röstomfånget framkom mera motsägelsefulla tendenser i de erhållna resultaten efter såväl ansträngning som terapi. - För att nedbringa den i resultaten noterade avsevärda interindividuelle variationen framlägges ett förslag till modifikation av röstbelastningsprovet.

13.1. Bakgrund. Syfte. - Vid olika slags experimentell registrering av röstfunktionen företer resultaten i allmänhet alltför stor variation för att tillåta ett särskiljande mellan normalfall och fall med funktionell dysfoni. Också vid den kliniska undersökningen avviker röst- och larynxstatus hos patienter med subjektiva störningar av röstfunktionen inte alls eller endast obetydligt från normalförhållandena. Beträffande röstläget råder en vanlig uppfattning, att det vid funktionell dysfoni är förhöjt (Lungfiel, 1956; Seiffert & Zehmisch, 1966; Gundermann & Grützmaier, 1970), och de ovan framlagda resultaten från forskollärare med yrkesmässig röstbelastning tycks peka i samma riktning (röstläge vid 55 registreringar av 12 försökspersoner: 219 Hz, jämfört med "normalvärde" för 141 kvinnor på 190 Hz; jfr avsnitt 11.4.). I överensstämmelse härmed uppges några av de mest använda metoderna för behandling av röstfunktionsstörningar, tuggmetoden och accentmetoden, ha en sänkande effekt på röstläget (Arndt & Leithäuser, 1968; Froeschels, 1969; Smith & Thyme, 1978).

A andra sidan uppger Cooper (1974 och diskussionssvar till Mueller, 1975) på grundval av klinisk erfarenhet från 2000 röstpatienter, att omkring 90 % av dessa använder ett alltför lågt röstläge före behandling, och Laguaitte & Wal-drop (1964) anger vid en pilotundersökning av 12 patienter med funktionell dysfoni varierande tendenser beträffande röstläget. Inverkan av språkliga och andra kulturella effekter måste beaktas vid jämförelsen av dessa rapporter angående röstläget vid störningar av röstfunktionen.

De egna ovan framlagda resultaten från 36 manliga och 69 kvinnliga patienter med funktionell dysfoni överensstämmer tämligen väl med de tidigare ovan framlagda "normalvärdena" för röstläget. De uppvisar inte heller någon större förändring efter den genomförda röstbehandlingen. Det har således inte kunnat påvisas någon säker systematisk effekt på röstläget av funktionell dysfoni vid lugnt tal. Även röstomfånget hos de i detta arbete undersökta dysfonipatienterna överensstämde med de framlagda "normalvärdena" (jfr avsnitt 12.1. och 10.). Samtidigt noterades dock en viss tendens till vidgning av röstomfånget som effekt av genomgången terapi.

Avsaknaden av säkra objektiva kriterier på funktionell dysfoni beror sannolikt på den omständigheten, att undersökningen i allmänhet inte äger rum i den situation eller vid den tidpunkt, då rösten verkligen är ansträngd. För detta talar inte minst resultaten från de ovan beskrivna röstfrekvensundersökningarna vid pågående undervisning i en lekhall (tabell 11.4.2.) och vid inducerad röstanssträngning genom överröstande av vitt brus (tabell 11.4.3.).

Det har därför syntts rimligt att genomföra registreringar av röstläge och -omfång vid spontantal i sådana oftast yrkesbetingade situationer, där patienterna främst upplever sina röstbesvär. Inte alla arbetssituationer lämpar sig för sådana undersökningar. Dessa är dessutom alldeles för tidskrävande för att kunna införas i det kliniska rutinarbetet. Därför undersöktes dessutom, om resultaten från fältstudierna kunde reproduceras i en klinisk undersökningssituation, där samma patienter utsattes för den artificiella röstbelastning, som består i att överrösta vitt brus vid högläsning.

Såsom framhållits kan fältregistreringar på arbetsplatsen svårligen bli en klinisk rutinmetod och det ligger i sakens natur, att denna del av undersökningen måst begränsas till en så liten informantgrupp, att förekommande tendenser i resultaten inte alltid kunnat testas statistiskt. I syfte att erhålla underlag för en sådan statistisk prövning har som tredje delmoment företagits röst-

belastningsprov på en större informantgrupp bestående av 52 patienter med funktionell dysfoni. Dessa resultat har dessutom jämförts med resultaten efter logopedisk röstbehandling.

13.2. Försökspersoner. - För fältstudierna på arbetsplatsen kunde engageras åtta personer, en man och sju kvinnor i åldern 25 - 54 år (genomsnitt 39,5 år). Samtliga hade sökt vård p.g.a. röstbesvär i samband med sin yrkesverksamhet. De hade alla utpräglade "pratyrlen" såsom pedagoger, säljare eller administratörer. Yrkesbeteckningarna liksom åldern redovisas för varje deltagande enskilt i tabell 13.1. Vid den inledande laryngologiska undersökningen förelåg hos en av försökspersonerna minimala marginella ödem på båda stämläpparna, f.ö. noterades normalfynd. Samtliga hade en mer eller mindre ansträngd röstkvalitet och de uppfattades alla som klara fall av funktionell dysfoni och/eller fonasteni. Patienterna, av vilka endast en var rökare, erhöll logopedisk röstbehandling och förmådde därefter i allmänhet kontrollera sitt röstbeteende på sådant sätt, att röstänsträngningen på arbetsplatsen inte längre vållade några problem, trots att arbetsuppgifternas kvantitet och karaktär förblivit oförändrade.

Den beskrivna informantgruppen från pilotundersökningen utökades för röstbelastningsundersökningen till att omfatta 52 patienter med funktionella röstrubbningar, antingen i form av rösttrötthet (fonasteni) eller heshet (dysfoni) i samband med röstänsträngning. Gruppen fördelade sig på 19 män i åldern 17 - 63 år (genomsnitt 39,8 år) och 33 kvinnor i åldern 17 - 70 år (genomsnitt 33,7 år). Bland männen förekom tre rökare och bland kvinnorna tio. Även dessa patienter företedde väsentligen normalt larynxstatus. Deras logopediska röstbehandling omfattade i genomsnitt 32 terapitillfällen.

13.3. Fältinspelningar av spontantal på arbetsplatsen och genomförande av röstbelastningsprov. Röstfrekvensanalyser. - Varje medlem av pilotgruppen besöktes på sin arbetsplats. Där genomfördes akustiska och elektroglottografiska registreringar av talrösten på tidigare beskrivet sätt dels vid läsning av den sedvanliga standardtexten, Nordanvinden och solen (appendix 7.1.), dels av spontantalet vid yrkesutövningen. Detta möjliggjordes genom användning av långa kablar till registreringsapparaturen. Samtliga försökspersoner förnekade att registreringarna vållat nämnvärt intrång på deras möjligheter att agera spontant, eller att de för undersökningens skull hade ändrat sina sedvanliga arbetsrutiner. Av spontantalet registrerades så mycket som efter inspelning av standardtexten rymdes på ett tonband med 7,5 minuters inspelningskapacitet.

Registreringarna stoppades, om försökspersonerna inte talade under någon längre stund. En del pauser, t.ex. i samband med replikskiften, kunde dock inte undvikas. Detta ledde till att den totala mängden tal som registrerades vid de olika tillfällena växlade något.

Vid analysen, som genomfördes med den tidigare beskrivna mikrodatortekniken (Intel 8080, röstomfånget uttryckt som  $P_{15}$ -avvikelsen), företogs så många mätningar efter varandra som mängden registrerat spontantal på bandet tillät. Det beräknade medelvärdet av samtliga erhållna spontantalsanalyser angavs såsom resultat. Detta uttrycker således genomsnittet av den undersökta personens röstfrekvensparametrar under drygt sex minuters registrerat spontantal.

Röstbelastningsprovet genomfördes på likartat sätt för pilotgruppen och den övriga patientgruppen. Försökspersonerna placerades i en ljuddämpad inspelningsstudio, där de exponerades för vitt brus på en nivå av 70 dB SPL med hjälp av kalibrerade hörtelefoner (Sennheiser HD 414, kalibrering förmedelst Brüel & Kjaer Artificial Ear, typ 4152). Dessa var så konstruerade att de icke omslöt ytterörat och således tillät bäraren att utöver bruset uppfatta ljudförlopp i omgivningen, såsom t.ex. luftledda andelar av den egna rösten. För att hålla den uppfattade ljudstyrkenivån hos maskeringsbruset konstant, ägnades särskild uppmärksamhet åt hörtelefonernas placering i relation till hörselgångsmyningarna.

Försökspersonerna uppmanades överrösta bruset vid kontinuerlig högläsning av en berättande prosatext (T. Heyerdal, Expedition Kon - Tiki, Stockholm, 1972). Brusexpositionen pågick i 30 minuter. Röstfrekvensregistreringar företogs på tidigare beskrivet sätt vid fem tillfällen under varje försök, nämligen omedelbart före insättandet av bruset, omedelbart efter dess början, efter 15 och 30 minuter, samt omedelbart efter brusets utsättande. Vid dessa registreringar fick försökspersonerna läsa standardtexten om Nordanvinden och solen (appendix 7.1.). Registreringarna analyserades "off line" med den tidigare beskrivna mikrodatortekniken (röstomfånget uttryckt som  $P_{15}$ -avvikelsen).

13.4. Resultat. - Resultaten från inspelningarna på arbetsplatserna visas för varje deltagare enskilt i tabell 13.1., där också försökspersonernas ålder, kön och befattning har angivits. För att framställa effekten av röstbehandlingen har skillnaden mellan resultaten före och efter terapi uttryckts i procent av det förra värdet och visats grafiskt i figur 13.1. Som framgår av denna figur, använde försökspersonerna vid textläsningen genomsnittligen samma röstläge

Tabell 13.1. Pilotstudie av röstläge och -omfång ( $P_{15}$ -avvikelsen) vid textläsning och spontantal på arbetsplatsen före och efter logopedisk röstbehandling.

Försökspersoner: kön      ålder befattning		Röstläge (Hz)				Röstomfång (halvtonsteg)			
		Textläsning		Spontantal <sup>*)</sup>		Textläsning		Spontantal <sup>*)</sup>	
		före	efter	före	efter	före	efter	före	efter
		behandling	behandling	behandling	behandling	behandling	behandling	behandling	behandling
M	48 försäljningschef	126	117	117.8 (4.45)	119.0 (3.54)	6	7	8.00 (0.63)	7.44 (0.88)
K	46 mellanstadielärare	178	181	223.1 (13.42)	206.7 (15.05)	8	9	10.20 (1.52)	10.75 (1.36)
K	25 sjuksköterska	212	201	215.3 (10.90)	217.2 (12.27)	6	5	5.38 (0.92)	6.29 (0.92)
K	31 chefssekreterare	143	148	172.0 (8.80)	162.1 (7.75)	8	7	8.40 (1.52)	8.00 (0.93)
K	54 affärsbiträde	201	205	246.7 (14.91)	248.0 (13.37)	5	6	5.93 (1.07)	6.82 (1.40)
K	försköllärare	211	223	241.2 (6.78)	242.6 (9.99)	8	7	8.77 (1.09)	6.80 (0.84)
K	41 receptionist	173	176	220.4 (20.6)	200.3 (11.0)	7	8	8.36 (1.45)	8.90 (1.29)
K	46 metodiklektor	(306 <sup>**</sup> )		228.6 (44.74)	164.4 (8.27)	(5)	7	9.62 (2.72)	7.36 (1.36)
			172						

\*) För spontantal redovisas medelvärden och standarddeviation (inom parentes) av ca 6 minuters registrering.

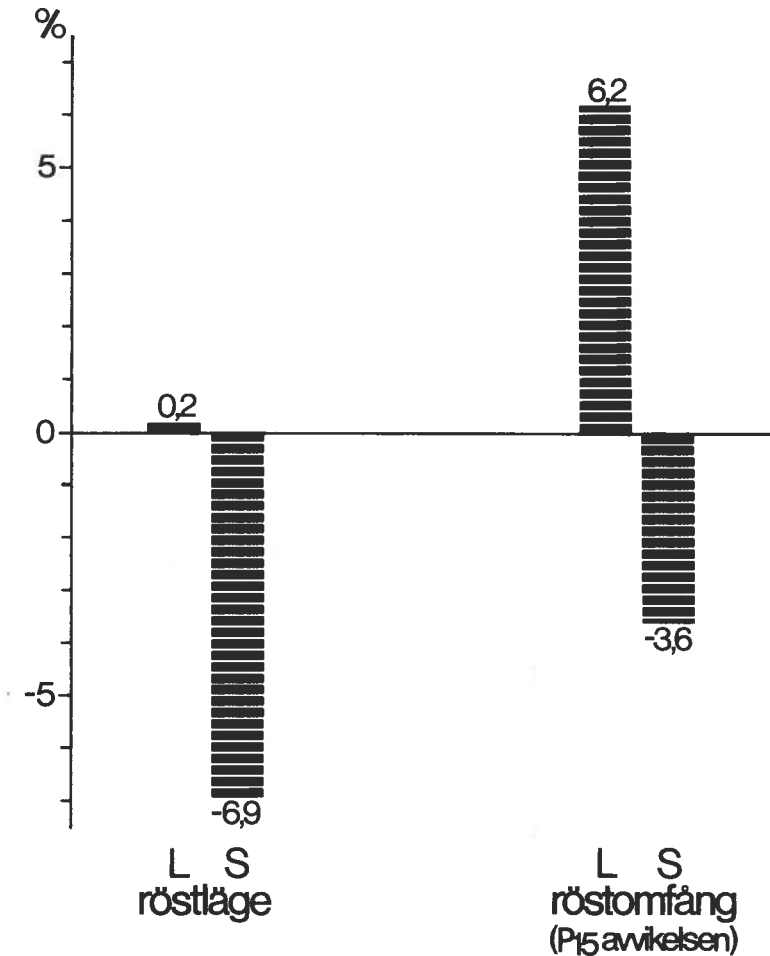
\*\*\*) Vid textläsning kontinuerlig falsett. Resultatet lämnat utan avseende vid bestämning av gruppmedelvärden.

före och efter röstbehandling. Vid spontantalet var röstläget däremot efter behandling i genomsnitt 7 % eller drygt en halvton lägre än före. Betr. röstomfånget registrerades en i genomsnitt 6-procentig ökning vid textläsning, men en nära 4-procentig minskning vid spontantal.

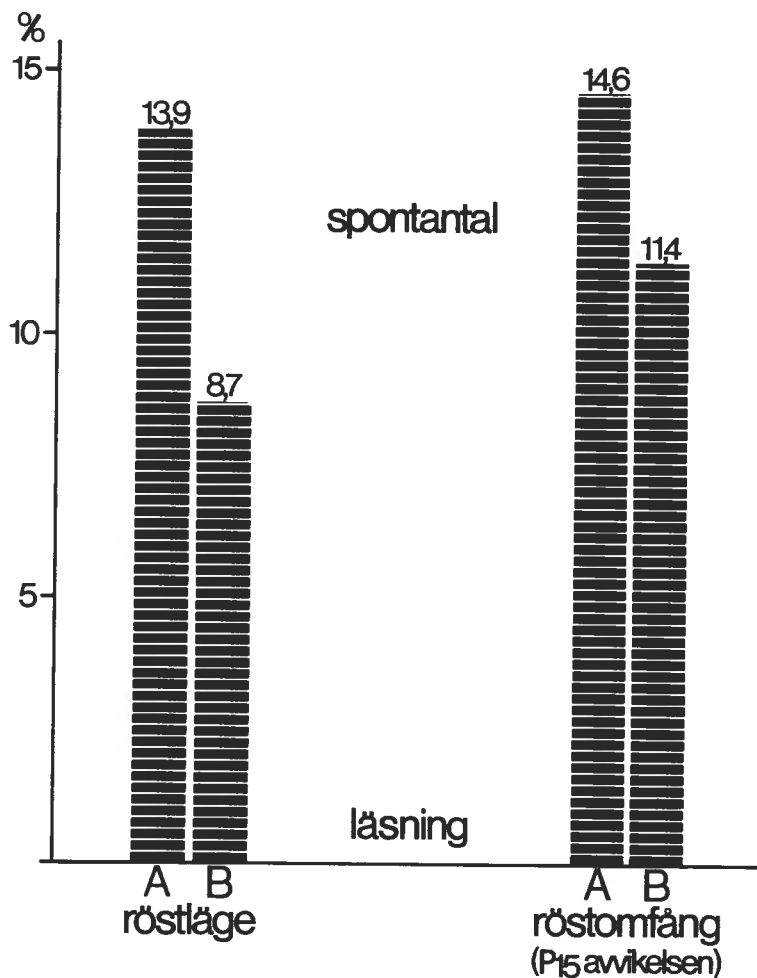
Resultaten i tabell 13.1. har presenterats i annan form i fig 13.2., som visar skillnaderna före och efter terapi mellan lugn textläsning och spontantal vid yrkesverksamhet uttryckta i procent av resultaten vid textläsning. Som synes av figuren höjde försökspersonerna sitt röstläge från textläsningen till spontantalet med 14 % före terapin, men med endast 9 % efter denna. En liknande, fast något mindre framträdande tendens till minskad skillnad mellan textläsningen och spontantalet förelåg beträffande röstomfånget.

Tabell 13.2. Pilotgruppens genomsnittliga röstläge och -omfånget i samband med övrröstande av 70 dB SPL vitt brus, A = före logopedisk röstbehandling, B = efter sådan behandling. - Informantgruppen presenterad i tabell 13.1; för de sju kvinnliga talarna visas genomsnittsvärden ( $\bar{x}$ ) och standarddeviation (inom parentes).

Talare	R ö s t l ä g e ( Hz )				
	Före vitt brus $\bar{x}$ (s)	I vitt brus $\bar{x}$ (s)	15 min. i vitt brus $\bar{x}$ (s)	30 min. i vitt brus $\bar{x}$ (s)	Omedelbart efter vitt brus $\bar{x}$ (s)
n = 1 man					
A. före	117	146	158	153	127
B. efter	126	156	152	148	134
n = 7 kv.					
A. före	175.3 (19.02)	194.7 (14.00)	213.3 (21.34)	212.4 (25.55)	191.3 (23.46)
B. efter	182.3 (22.90)	190.9 (20.72)	193.0 (26.94)	192.9 (26.18)	178.3 (22.99)
R ö s t o m f å n g (halvtonsteg) (P <sub>15</sub> -avvikelsen)					
n = 8					
A. före	6.00 (1.07)	6.75 (1.49)	7.00 (0.76)	7.00 (1.07)	6.71 (1.98)
B. efter	6.63 (1.30)	6.63 (1.19)	6.50 (1.07)	6.00 (1.20)	6.38 (1.19)

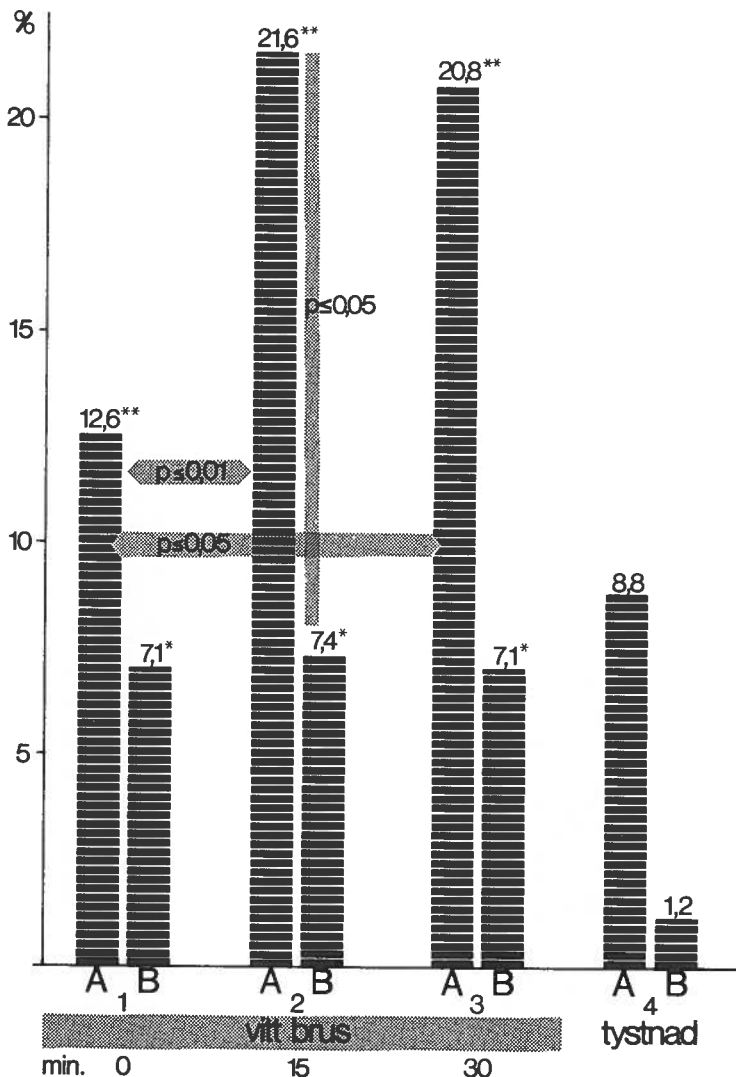


Figur 13.1. - Pilotundersökning av en manlig och sju kvinnliga dysfonipatienter på arbetsplatsen: genomsnittliga förändringar av röstläge och -omfång vid högläsning (L) och spontant (S) under yrkesverksamhet efter logopedisk röstbehandling uttryckta i procent av motsvarande resultat före behandling (jfr. tab. 13.1.).



Figur 13.2. Pilotundersökning på arbetsplatsen. - Procentuell ökning av röstläget och -omfånget (P<sub>15</sub>-avvikelsen) vid övergång från textläsning till spontantal i yrkesverksamheten, A. - före logopedisk röstbehandling, B. - efter sådan behandling. Talare: 1 man, 7 kvinnor, presenterade i tabell 13.1.

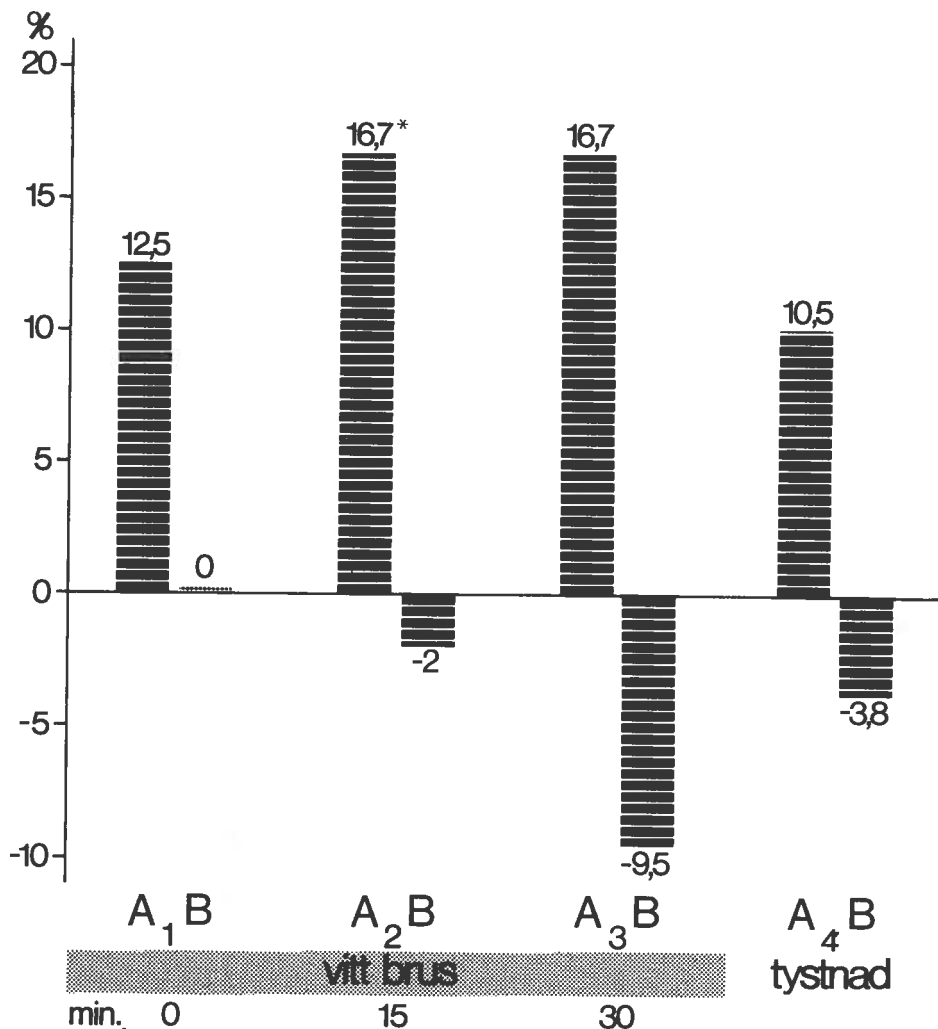




Figur 13.3. Röstbelastningsprov med pilotgruppen (En manlig och sju kvinnliga talare, presenterade i tab. 13.1.). - Genomsnittlig förhöjning av röstläget i samband med högläsning i vitt brus uttryckt i procent av utgångsvärdet från läsning i tyst miljö, A. - före logopedisk röstbehandling, B. - efter sådan behandling.

1. Registrering i 70 dB SPL vitt brus omedelbart efter begynnelsen av brusexpositionen.
2. Registrering efter 15 minuters brusexposition.
3. Registrering efter 30 minuters brusexposition.
4. Registrering i tyst miljö omedelbart efter brusexpositionen.

Signifikansangivelserna grundade på t-test på parade observationer efter omvandling till cent.



Figur 13.4. Röstbelastningsprov med pilotgruppen. - Genomsnittlig förändring av röstomfånget ( $P_{15}$ -avvikelsen) i samband med högläsning i vitt brus uttryckt i procent av utgångsvärden från läsning i tyst miljö, A. - före logopedisk röstbehandling, B. - efter sådan behandling.

1. Registrering i 70 dB SPL vitt brus omedelbart efter begynnelsen av brusexpositionen.
2. Registrering efter 15 minuters brusexposition.
3. Registrering efter 30 minuters brusexposition.
4. Registrering i tyst miljö omedelbart efter brusexpositionen.

Den enda signifikanta avvikelsen från registreringen omedelbart före vitt brus föreligger vid 2 A. Signifikansnivåer prövade genom t-test på parade observationer.

Relationen mellan högläsning och spontantal i yrkessituationen kan jämföras med motsvarande relation vid belastningsprovet mellan högläsning i tyst omgivning och vid överröstande av vitt brus. Pilotgruppens resultat vid dessa prov visas i tabell 13.2. De nämnda relationerna har beräknats utifrån dessa resultat och framställs grafiskt i fig. 13.3. och 13.4. En jämförelse mellan å ena sidan figur 13.2. och å andra sidan fig. 13.3. och 13.4. ger vid handen, att tendensen hos den vid fältstudierna noterade terapieffekten återkommer i resultaten från belastningsprovet. Pilotgruppen reagerade efter terapi med en ringare röstlägeshöjning och -omfångsökning både i spontantalet och vid brusbelastningen jämfört med högläsning av standardtexten i lugn miljö.

Trots det ringa antalet försökspersoner i pilotgruppen kunde en del av dess resultat säkras statistiskt. Höjningen av röstläget vid bullerbelastning jämfört med läsning i lugn miljö var signifikant vid samtliga tre registrerings-tillfällen både före och efter terapi. Efter utsättande av bullret kvarstod före terapi en 9-procentig röstlägeshöjning, som dock inte var signifikant.

Mellan resultaten före och efter terapi noteras följande karakteristiska skillnader. Röstlägeshöjningen under brusexposition och omedelbart därefter var genomgående mindre efter terapi än före. Denna skillnad var dock inte speciellt påtaglig omedelbart efter brusets insättande. Den framträdde tydligt först efter 15 och 30 minuters exposition och kvarstod i avsevärd omfattning även omedelbart efter brusexpositionens slut. Skillnaden var svagt signifikant ( $p \leq 0,05$ ) vid registreringarna efter 15 minuters belastning.

Av figur 13.3. framgår att brusexpositionen hos pilotgruppen såväl före som efter röstbehandlingen ledde till en förhöjning av röstläget jämfört med den initiala registreringen i tyst miljö. Före röstbehandlingen höjdes röstläget efter 15 och 30 minuters brusexposition ytterligare med ca. nio procent jämfört med nivån omedelbart efter brusexpositionens insättande. Denna skillnad mellan registreringarna under pågående brusexposition var signifikant (vågräta pilar i figuren). Efter röstbehandlingen låg däremot röstläget efter 15 och 30 minuters brusexposition oförändrat kvar vid den initialt moderat förhöjda nivån.

Beträffande röstomfånget förekom inga statistiskt signifikanta skillnader mellan resultaten före och efter terapi. En genomgående tendens efter terapin var en reduktion av skillnaden mellan omfånget i tyst miljö och vid bullerbelastning (fig. 13.4.).

Tendenserna i pilotgruppens resultat vid brusexposition kvarstod även sedan denna utvidgats till att omfatta 52 patienter med funktionella röstrubbingar. Det ökade antalet informanter i gruppen gav dessutom underlag för en förbättrad statistisk prövning av resultaten.

Tabell 13.3. Genomsnittliga röstläget och -omfånget hos 52 dysfonipatienter i samband med exposition för 70 dB SPL vitt brus före och efter logopedisk röstbehandling. - Signifikansangivelserna vid resultaten efter röstbehandling hänför sig till avvikelserna från motsvarande värde före behandling och har fastställts genom t-test på parade observationer efter omvandling av röstlägesvärdena till cent.

Relation till röstbehandling För- söks- personer	Genomsnittligt röstläge (Hz)				
	Före vitt brus $\bar{x}$ (s)	I vitt brus $\bar{x}$ (s)	15 min i vitt brus $\bar{x}$ (s)	30 min i vitt brus $\bar{x}$ (s)	Omedelbart efter vitt brus $\bar{x}$ (s)
n = 19 män					
före beh.	118.5 (22.67)	133.7 (23.83)	142.6 (28.83)	143.3 (28.55)	125.7 (23.49)
efter beh.	119.2 <sup>ns</sup> (18.64)	134.1 <sup>ns</sup> (22.23)	137.6 <sup>ns</sup> (22.75)	136.9 <sup>ns</sup> (23.75)	122.4 <sup>ns</sup> (20.03)
n = 33 kv					
före beh.	190.1 (24.96)	205.6 (20.11)	214.9 (24.63)	213.7 (27.13)	198.6 (26.00)
efter beh.	188.1 <sup>ns</sup> (19.72)	201.4 <sup>ns</sup> (20.76)	201.3 <sup>***</sup> (20.08)	201.2 <sup>**</sup> (21.46)	188.8 <sup>**</sup> (20.18)
	Genomsnittligt röstomfång (halvtonsteg) (P <sub>15</sub> -avvikelsen)				
n = 19 män					
före beh.	6,89 (2.11)	6,89 (1.49)	7.00 (1.83)	7.00 (1.76)	6.95 (1.68)
efter beh.	6.32 <sup>ns</sup> (1.06)	6.84 <sup>ns</sup> (1.17)	7.05 <sup>ns</sup> (1.68)	6.89 <sup>ns</sup> (1.41)	6.79 <sup>ns</sup> (1.51)
n = 33 kv.					
före beh.	5.39 (1.14)	5.66 (1.23)	5.97 (1.29)	5.79 (1.27)	5.64 (1.52)
efter beh.	5.48 <sup>ns</sup> (1.39)	5.97 <sup>*</sup> (1.16)	5.85 <sup>ns</sup> (1.03)	5.55 <sup>ns</sup> (1.35)	5.55 <sup>ns</sup> (1.42)

Dessa resultat visas i en uppställning över de genomsnittliga absolutvärdena för röstläge och -omfång vid de olika registreringstillfällena, tabell 13.3. Här noteras efter terapin ett signifikant lägre röstläge hos kvinnorna efter 15 och 30 minuters brusexposition samt omedelbart efter dennas upphörande. Dessutom uppvisade kvinnorna efter terapin en svagt signifikant ökning av röstomfånget omedelbart efter brusexpositionens start. Resultaten överensstämmer med de ovan framlagda fynden, att röstfrekvensregistreringar av patienter med funktionell dysfoni vid läsning i lugn miljö skiljer sig föga före och efter den logopediska röstbehandlingen (avsnitt 12.1.). Inte heller efter endast en kort stunds brusexposition framkom några mera påtagliga förändringar efter terapi. Vid fortsatt kontinuerlig röstbelastning under pågående brusexposition framträdde emellertid klara terapiberoende skillnader, som i viss utsträckning kvarstod omedelbart efter utsättandet av bullerexpositionen.

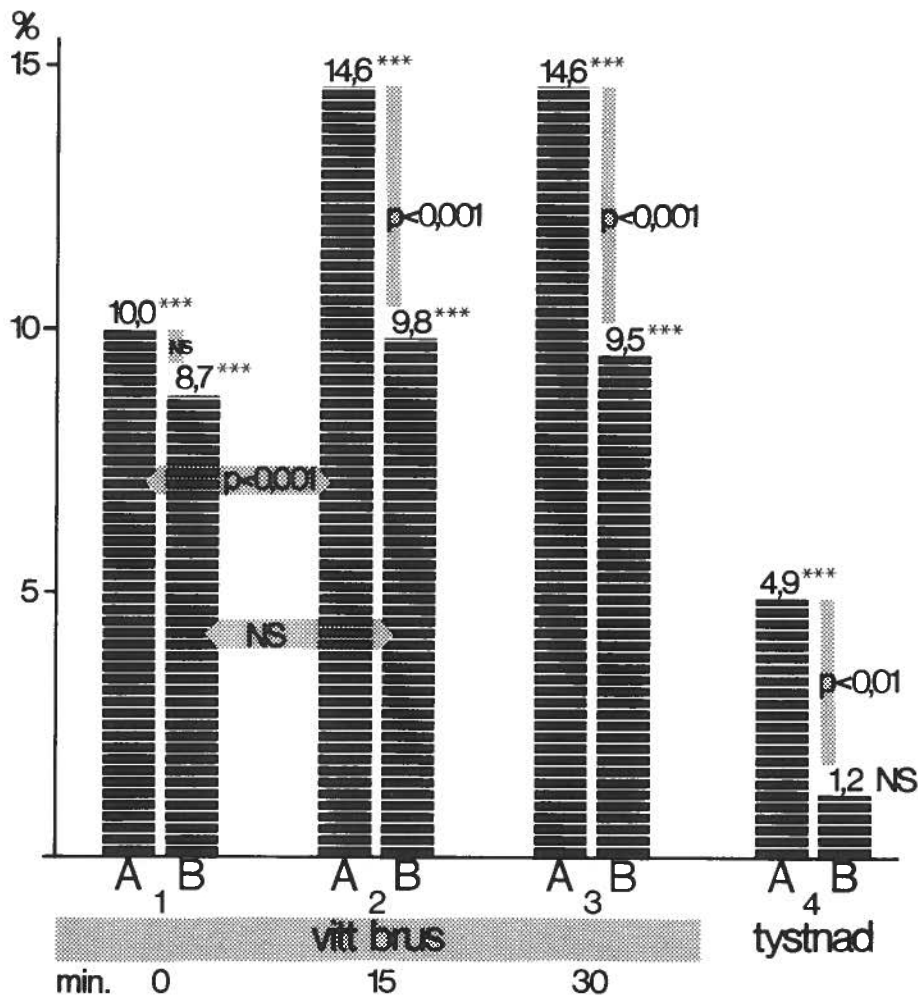
Förändringarna överensstämmer i princip med dem som erhållits för pilotgruppen och framstår måhända tydligast genom att uttryckas relativt i förhållande till de röstfrekvensresultat som erhållits initialt vid registreringen i tyst miljö. Detta har skett i stapeldiagrammen, fig. 13.5 - 13.7., där stapelhöjden anger den procentuella förändringen i förhållande till resultaten vid läsning i tyst miljö omedelbart före brusexpositionens början. De i stapeldiagrammen framträdande tendenserna kan sammanfattas sålunda:

1. Exposition för 70 dB SPL vitt brus gav en ca. tioprocentig förhöjning av röstläget såväl före som efter logopedisk röstbehandling.
2. Hos personer med nedsatt röstfunktion erhöles en signifikant ytterligare förhöjning av röstläget efter mera långvarig röstänsträngning under 15 och 30 minuters brusexposition.
3. Omedelbart efter brusexpositionens upphörande kvarstod en signifikant cirka femprocentig förhöjning av röstläget hos personer med nedsatt röstfunktion.
4. Efter logopedisk behandling av röstfunktionsstörningen uteblev de röstlägesförhöjningar som anförts ovan i punkterna 2. och 3. Under den kontinuerliga brusexpositionen låg röstläget således kvar på den nivå det intagit alldeles vid brusexpositionens början och det återgick till den ursprungliga nivån i tyst miljö genast efter brusexpositionens upphörande.
5. De anförda terapiberoende skillnaderna var mest påtagliga i resultaten från den kvinnliga patientgruppen.

Standardavvikelseerna för de redovisade röstlägesförändringarna uppgår i allmänhet till omkring 75 % av de genomsnittsvärden för vilka de beräknats. Resulta-

ten kan därför inte reservationslöst uppfattas som normativa för bedömningen av terapieffekten i enskilda fall.

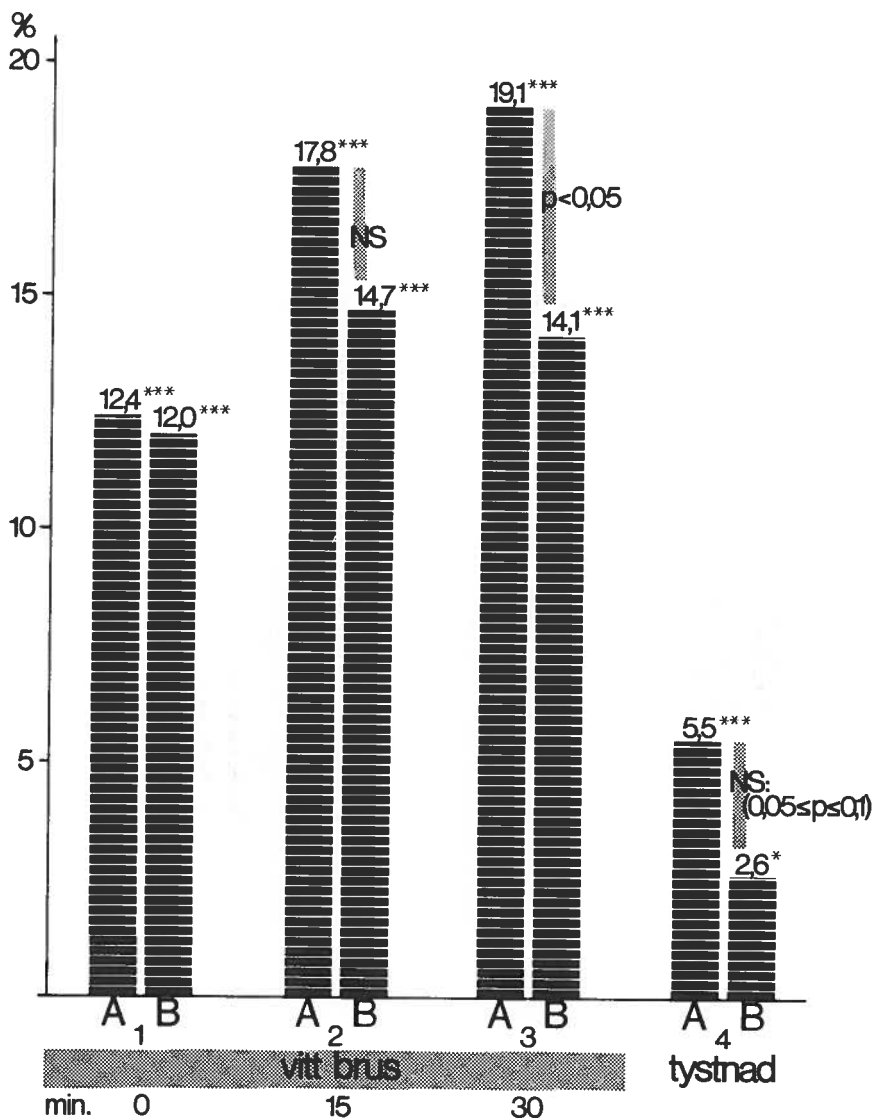
Den i pilotundersökningen observerade reduktionen av röstomfånget vid brusbelastning efter terapi uteblev alldeles i den utvidgade informantgruppen (fig. 13.8. - 13.10.). I reaktionerna på brusbelastningen efter 15 och 30 minuter samt efter brusexpositionens utsättande förelåg skilda tendenser mellan de manliga och kvinnliga informanterna: de manliga talarna ökade sitt röstomfång mera efter terapi, de kvinnliga mindre. Dessa skillnader efter terapi är dock inte statistiskt signifikanta. Den enda svagt signifikanta skillnaden i reaktionerna framkom beträffande en större omfångsökning efter terapi omedelbart efter insättandet av brusbelastningen. Värdet av denna ökning som mått på terapieffekt uppfattas dock som tveksamt, särskilt vid jämförelse med den tidigare visade reaktionen hos röstterapeuterna, fig. 11.4.2. Dessa uppvisade i överensstämmelse med reaktionen hos pilotgruppen efter terapi snarare en reduktion av omfånget i samband med röststrängningen.



Figur 13.5. Röstbelastningsprov med 19 manliga och 55 kvinnliga dysfonipatienter. - Genomsnittlig förhöjning av röstläget i samband med högläsning i vitt brus uttryckt i procent av utgångsvärden från läsning i tyst miljö, A. - före logopedisk röstbehandling, B. - efter sådan behandling.

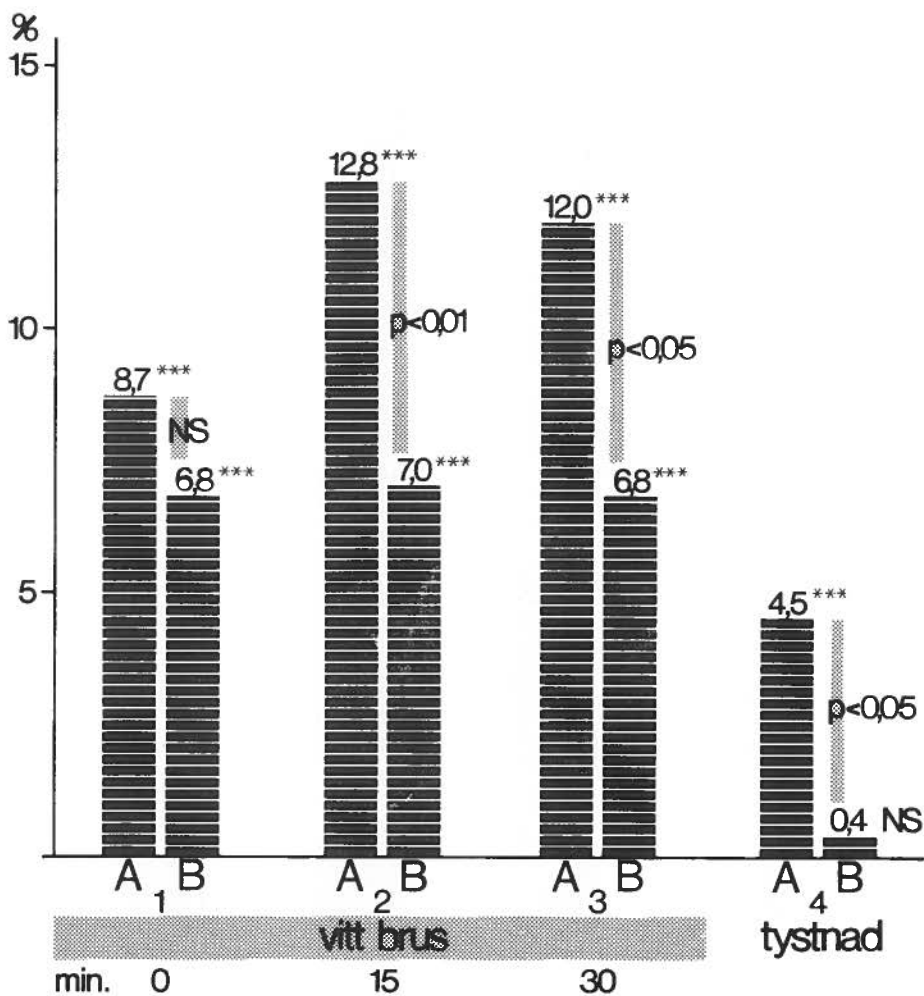
1. Registrering i 70 dB SPL vitt brus omedelbart efter begynnelsen av brusexpositionen.
2. Registrering efter 15 minuters brusexposition.
3. Registrering efter 30 minuters brusexposition.
4. Registrering i tyst miljö omedelbart efter brusexpositionen.

Signifikansangivelserna grundade på t-test på parade observationer efter omvandling till cent.

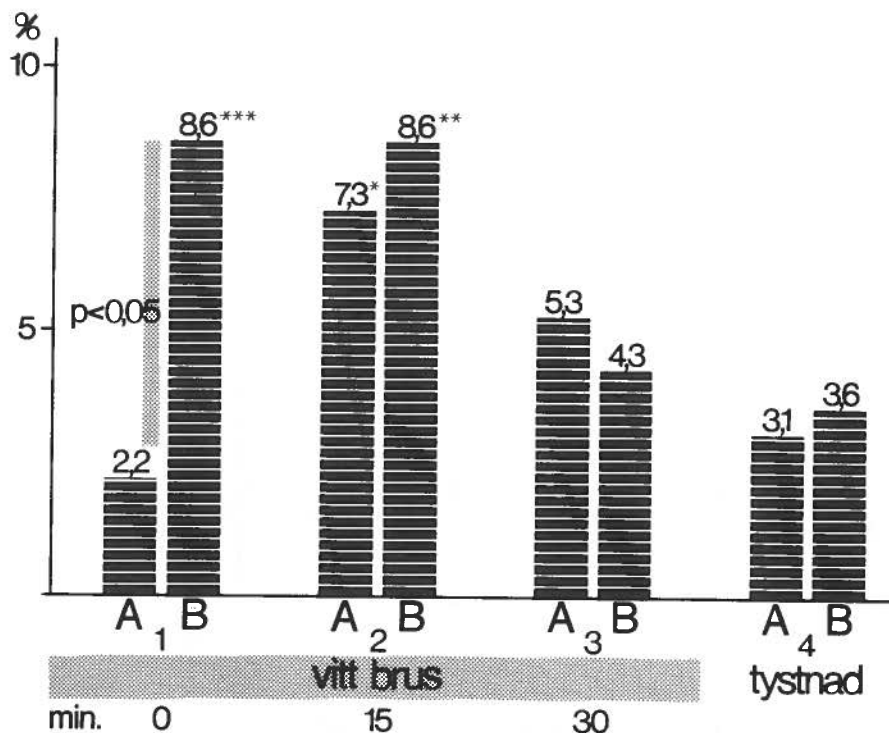


Figur 13.6. Röstbelastningsprov med 19 manliga dysfonipatienter. - Genomsnittlig förhöjning av röstläget i samband med högläsning i vitt brus uttryckt i procent av utgångsvärdet från läsning i tyst miljö, A. - före logopedisk röstbehandling, B. - efter sådan behandling. Siffermarkeringarna (1 - 4) överensstämmande med fig. 13.5. Signifikansangivelserna grundade på t-test på parade observationer efter omvandling till cent.





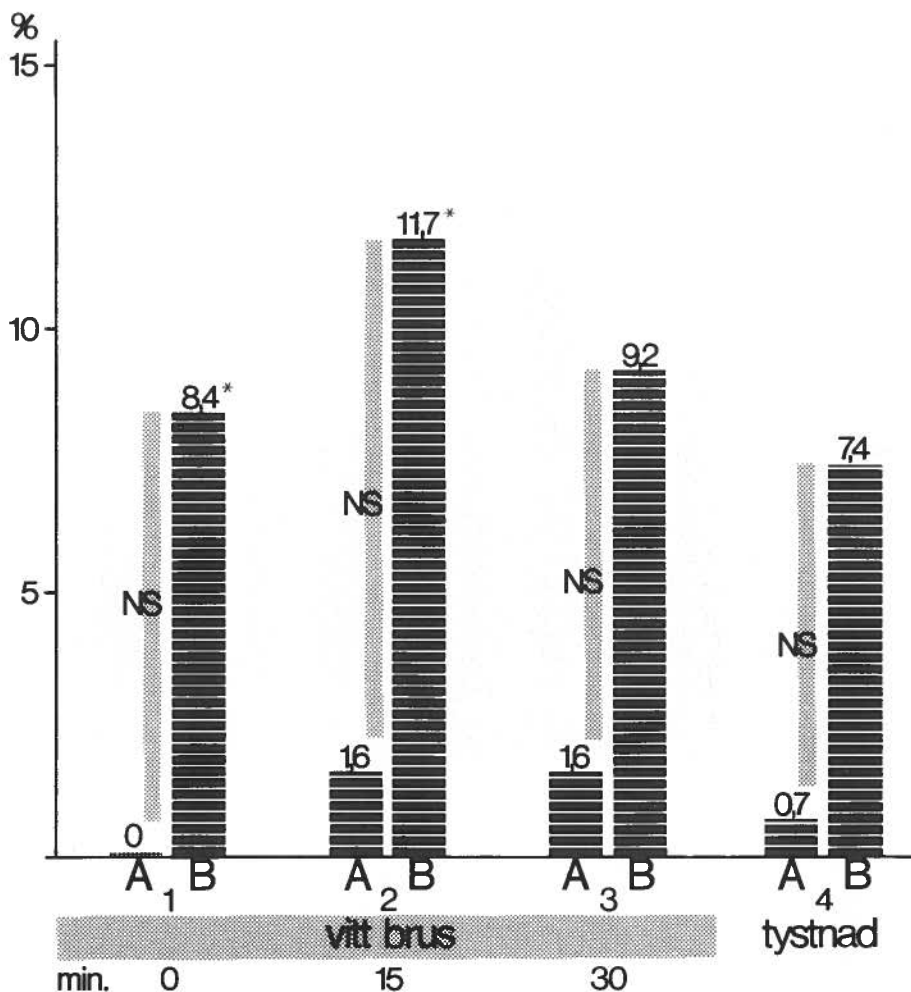
Figur 13.7. Röstbelastningsprov med 33 kvinnliga dysfonipatienter. - Genomsnittlig förhöjning av röstläget i samband med högläsning i vitt brus uttryckt i procent av utgångsvärdet från läsning i tyst miljö, A. - före logopedisk röstbehandling, B. - efter sådan behandling. Siffermarkeringarna (1 - 4) överensstämmande med fig. 13.5. Signifikansangivelserna grundade på t-test på parade observationer efter omvandling till cent.



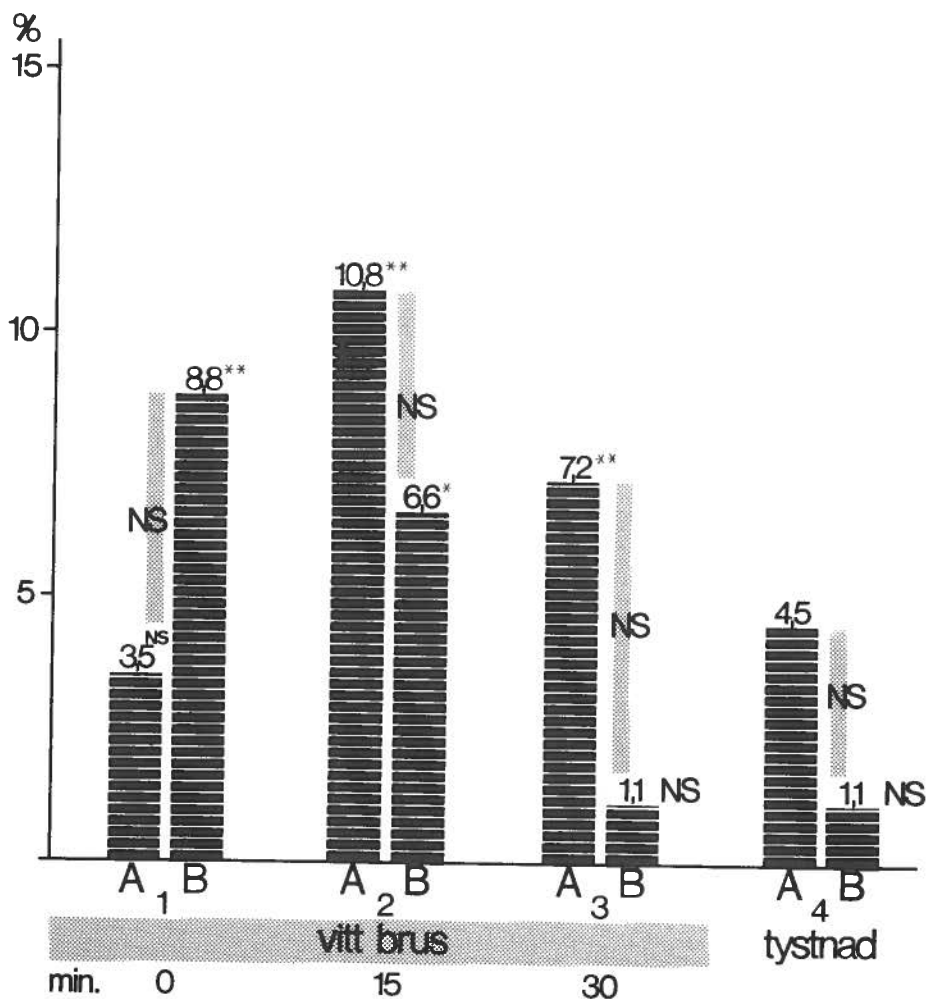
Figur 13.8. Röstbelastningsprov med 19 manliga och 33 kvinnliga dysfonipatienter. - Genomsnittlig ökning av röstomfånget (P<sub>15</sub>-avvikelsen) i samband med högläsning i vitt brus uttryckt i procent av utgångsvärdet från läsning i tyst miljö, A. - före logopedisk röstbehandling, B. - efter sådan behandling.

1. Registrering i 70 dB SPL vitt brus omedelbart efter begynnelsen av brusexpositionen.
2. Registrering efter 15 minuters brusexposition.
3. Registrering efter 30 minuters brusexposition.
4. Registrering i tyst miljö omedelbart efter brusexpositionen

Signifikansangivelserna grundade på t-test på parade observationer.



Figur 13.9. Röstbelastningsprov med 19 manliga dysfonipatienter. - Genomsnittlig förändring av röstomfånget ( $P_{15}$ -avvikelsen) i samband med högläsning i vitt brus uttryckt i procent av utgångsvärdet från läsning i tyst miljö, A. - före logopedisk röstbehandling, B. - efter sådan behandling. Siffermarkeringarna (1 - 4) överensstämmande med fig. 13.8. Signifikansangivelserna grundade på t-test på parade observationer.



Figur 13.10. Röstbelastningsprov med 33 kvinnliga dysfonipatienter. - Genomsnittlig ökning av röstomfånget ( $P_{15}$ -avvikelsen) i samband med högläsning i vitt brus uttryckt i procent av utgångsvärden från läsning i tyst miljö, A.-före logopedisk röstbehandling, B.-efter sådan behandling. Siffermarkeringarna (1 - 4) överensstämmande med fig. 13.8. Signifikansangivelserna grundade på t-test på parade observationer.

13.5 Diskussion. - Röstfunktionsstörningar till följd av överansträngning utgör en så vanlig orsak till att söka foniatrisk vård, att tillståndet belagts med en särskild diagnostisk term, fonoponos (Perelló, 1962), som vunnit burskap i vida kretsar. Vilken art eller grad av röstänsträngning som leder till subjektiva eller oobjektiva störningar av röstfunktionen synes dock inte speciellt väl analyserat. I vissa sammanhang uppfattas röstens som en tämligen passiv funktion som mekaniskt belastas av störningar i omgivningen, t.ex. i form av buller (så t.ex. Dieroff & Siegert, 1966). Belastningen av röstfunktionen anses dessutom inte så mycket sammanhånga med en stegring av röstens intensitet i och för sig, utan snarare med den därmed förbundna höjningen av röstfrekvensen. Ansträngningsfenomenen skulle uppkomma genom den muskulära anspänning som är nödvändig för att höja fonationsfrekvensen (Stone & Sharf, 1973; Schultz-Doulon & Fues, 1976 a), och de personer vilka upplever röstänsträngningen som tillräckligt besvärande för att söka foniatrisk vård skulle kännetecknas av en speciell benägenhet att höja röstfrekvensen vid intensitetsökning.

Uppfattningen att en höjning av röstfrekvensen är förknippad med ansträngning av larynxmuskulaturen med risk för trötthet och funktionsnedsättning stödes av vad som är känt angående de fysiologiska mekanismerna för regleringen av röstfrekvensen. Mest betydelsefull är härvid den ökade aktiviteten i thyreoarytaenoideus- och cricothyreoideusmuskulaturen vid röstfrekvensstegring som har registrerats både vid röntgenologiska och elektromyografiska undersökningar (Hollien, 1960; Hollien & Curtis, 1962 b; Shipp & Mc Glone, 1971). Aktiviteten i dessa muskler, som har sfinktereffekt på glottis, är i hög grad korrelerad med det subglottiska trycket (Shipp & Mc Glone, 1971) och flödesmotståndet över glottis (Perkins & Yanagihara, 1968). Regleringsmekanismerna kan dock variera inom olika röstfrekvensområden. Så fann Perkins, att det subglottiska trycket låg konstant vid relativt låga röstfrekvenser och Yanagihara & Koike (1967) rapporterade en samvariation snarast mellan luftflödet och röstfrekvensen vid högre frekvenser.

Enligt Ladefoged & Mc Kinney (1963) reglerar det subglottiska trycket i första hand ljudtrycket och därmed röststyrkan, med vilket röstläget ofta samvarierar. Vid bedömningen av hörstrykan hos olika röstprov tycks lyssnare enligt samma författare inte enbart utgå från den akustiska intensiteten i talsignalen, utan även ta hänsyn till röstläget och -kvaliteten, vilket leder till en allmän uppfattning om det arbete eller den ansträngning som talaren har satsat. Härtill kan anmärkas, att det i vissa kommunikativa situationer kan tänkas vara angeläget att förmedla ett intryck av ansträngning snarare än att enbart höja röst-

intensiteten. Schucker och Jacobs (1977) anser sig rentav ha belägg för ett speciellt beteendemönster hos vissa personer kännetecknat av ständig emfas (eng. plosiveness), uppdriven talhastighet och ökad röstintensitet, vilket skulle vara förenat med förhöjd risk för koronarkärlssjukdomar och hjärtinfarkt.

Röstintensitets- och frekvensregleringen fungerar således genom ett komplicerat samspel mellan psykologiska, neuromuskulära och aerodynamiska faktorer. Kombinerade röstfysiologiska och akustiska undersökningar av Perkins och Yanagihara (1968) tyder på att den glottala röstgeneratorns effektivitet inte är alldeles beroende av ett bestämt röstfrekvensläge utan att ett flertal effektivitetsmaxima kan förekomma vid olika röstfrekvenser hos samme talare.

Denna delstudie utgör i första hand en prövning av möjligheten att använda röstfrekvensparametrarna såsom indikatorer för benägenhet till ansträngning eller ansträngdhet. Härvid utnyttjades den ovan kommenterade kopplingen mellan en ansträngd eller ansträngande fonationsform och en förhöjning av fonationsfrekvensen utan ytterligare analys av bakgrunden till denna koppling. För att inducera röstansträngningen användes bullerexposition, vilket brukar förorsaka en ökning av röstintensiteten även utan direkt uppmaning till försökspersonerna att övrrösta bullret.

Denna reaktion är välkänd under beteckningen Lombards tecken. Såsom tidigare nämnts (avsnitt 11.4.5.) beskrevs den första gången 1911 och har sedan dess gjorts till föremål för talrika undersökningar. För en ingående framställning hänvisas till en omfattande översiktsartikel av Lane och Tranel (1971). Där framhålls parallelliteten mellan talares reaktion på bullerexponering och på nedsatt möjlighet att uppfatta den egna röststyrkan, t.ex. vid hörselnedsättning. I båda fallen registrerar talaren ett nedsatt signal-brus-förhållande i sitt tal och söker kompensera för detta genom att höja röststyrkan. Förvrängningar av talsignalens ljudspektrum eller förlopp i tiden, t.ex. genom experimentell manipulation (Lee-effekten) eller till följd av störande rumsakustik (Trojan & Winkel, 1957), föranleder en liknande reaktion hos talaren. Eftersom reaktionen inte utgöres av ett allt-eller-intet svar med en viss tröskel och åtminstone relativt konstant storlek, förefaller det vilseledande att tala om en Lombard-reflex eller som vissa franska författare om en cochlearekurrentiell reflex. Snarare rör det sig om en anpassning nödvändig för att bibehålla kommunikationen vid egen upplevelse av nedsatt förståelighet.

Vid nedsatt röstfunktion (Panconzelli-Calzia, 1955) eller belastning med mycket höga bullerintensiteter (Heinemann, 1972) upplevs kravet att överrösta bullret ibland överstiga den egna förmågan. I så fall uteblir Lombard-reaktionen och talaren kan t.o.m. skydda sig genom att sänka röststyrkan (paradoxal reaktion i Lombardprovet enl. Schultz-Coulon. jfr. avsnitt 11.4.5.).

Lombard-reaktionen består närmast i en ökning av röststyrkan. Parallellt härmed har noterats andra förändringar av talet såsom t.ex. en nedsättning av talhastigheten (Mallard, 1978). Av störst intresse i detta sammanhang är den med röststyrkeökningen parallella höjningen av röstläget. Denna är oberoende av frekvensen hos belastningsljudet men varierar med dess hörstyrka (Black, 1950 a; Atkinson, 1952). Den tycks i första hand vara förknippad med talarens ansträngning för att öka röststyrkan (Harris & Weiss, 1964), men belastningsbullrets maskeringseffekt kan dessutom i viss utsträckning tänkas störa kontrollen av fonationsfrekvensen (Elliot & Niemoeller, 1970; Schultz-Coulon, 1976 b). Reaktionen att höja röstläget vid bullerbelastning är inte lika stabil som ökningen av röststyrkan. I motsats till denna ökar den inte lineärt med belastningsljudets intensitet utan snarare språngvis, men den kan också som tidigare påpekat helt utebli (Lane & Tranel, 1971; Morgon & al., 1964; Dieroff & Siegert, 1966; Klingholz & al., 1973).

Utgångspunkt för utformningen av belastningsprovet i denna studie bildade framför allt rapporter av Heinemann (1972) och Schultz-Coulon & Fues (1976 a). Enligt Heinemann är en brusnivå under 65 dB otillräcklig för att förmå försökspersoner att öka röstintensiteten över normal samtalsnivå. Vid nivåer överskridande 70 dB SPL orkade däremot åtskilliga av Heinemanns informanter inte överrösta bruset under någon längre tid utan började medvetet tala tystare än bruset för att skona rösten. Detta senare fenomen kommenteras även av Schultz-Coulon och anföres som förklaring till den betydande spridningen i denne författares resultat.

I motsats till Schultz-Coulon och i överensstämmelse med Heinemann undveks att använda maskeringsbruset från en audiometer, då de tätt omslutande hörtelefonerna i denna avsevärt nedsätter uppfattbarheten av den luftburna komponenten i bärarens egen röst. Genom att vara hänvisad främst till benledningen kan försökspersonen härvid bringas att övervärdera den egna röststyrkan (ocklusionseffekt enl. Békésy, Hood, 1962). De i undersökningen använda hörtelefonerna av icke omslutande typ bedömdes ej förorsaka någon nämnvärd ocklusionseffekt, vilken eljest hade kunnat utgöra en okontrollerad variabel i experimentet.

Valet av vitt brus som störningsljud bestämdes av Blacks och Atkinsons tidigare citerade fynd, att röstläget vid överröstande av störningsljud framför allt påverkas av intensiteten hos ljudet, medan dess spektrala uppbyggnad är av mindre betydelse. Vitt brus har dessutom fördelen att vara lättdefinierat beträffande intensitetsnivån.

Vid litteratursökningen har påträffats endast en undersökning liknande denna delstudie, nämligen den av Schultz-Coulon & Fues, 1976 a, som ovan tidigare citerats och här skall kommenteras något mera ingående (jfr. även Schultz-Coulon, 1972 och 1975). Angivne författare genomförde röstfrekvens- (och intensitets-)undersökningar av tre informantgrupper, bestående av patienter med funktionella röstrubbningar, normalpersoner och sångare. Försöken genomfördes i form av textläsning, där informanterna fick överrösta binauralt maskeringsbrus av stegvis ökande intensitet, nämligen 60, 80, 100 och 110 dB. En statistiskt signifikant uppdelning mellan informantgrupperna, som vardera omfattade drygt tjugo personer, erhöles endast vid överröstande av 100 dB-bruset.

Detta resultat överensstämmer med de här framlagda så till vida, att statistiskt säkrade skillnader mellan röstläget före och efter terapi icke erhöles genast efter insättande av belastningen, dvs. den situation, som närmast motsvarar belastningen med 80 dB brus hos Schultz-Coulon, utan först efter 15 minuters röststrängning. Den viktigaste skillnaden mellan den citerade undersökningen och den här framlagda består i användandet av tidsfaktorn i stället för nivåökningen såsom instrument för kvantifieringen av belastningen. Detta val hade bestämts av att 60 dB nivån enligt Heinemann var otillräcklig för att framkalla påtaglig röststrängning, medan de högre nivåerna sannolikt skulle framkalla ett ökat antal "paradoxa Lombardreaktioner". Vid den här använda metodiken har antalet "paradoxa" reaktioner varit begränsat till tre registreringstillfällen före och fyra efter terapi. Fenomenet har observerats endast hos kvinnliga informanter.

Schultz-Coulons röstbelastningsprov med stegvis ökad brusintensitet måste nödvändigtvis ha tagit i anspråk en inte obetydlig tid, dvs. tidsfaktorn har införts i provet okontrollerat, eftersom belastningsnivåerna hos Schultz-Coulon inte bjöds i slumpvis ordning. De av Schultz-Coulon använda brusintensitetsnivåerna förefaller dessutom väl höga i jämförelse med de vid "pratyken" förekommande nivåerna för bakgrundsbuller. Enligt Dieroff & Siegert (1964) ligger bullernivån på stojiga förskolor relativt konstant vid 80 - 90 dB SPL. Den i denna studie använda tidsfaktorn för att kvantifiera belastningen uppfattades



också mera realistisk med hänsyn till patienternas subjektiva besvär, vilka typiskt brukar uppträda först efter en tids röststrängning.

De i Schultz-Coulons undersökning använda informantgrupperna, professionella sångare, normaltalare och patienter med funktionella röstrubbningar, var redan före undersökningen kända för att förete betydande skillnader betr. sin röstfunktion. Med den här använda metodiken har det visat sig möjligt att objektivt de sannolikt betydligt subtilare terapibetingade skillnaderna hos en och samma grupp av talare. Denna terapibetingade förändring framträder redan i någon mån vid jämförelse mellan de erhållna absolutvärdena för röstläget före och efter behandling (tabell 13.3.). I överensstämmelse med Schultz-Coulon har det här uppfattats som lämpligare att framställa den relativa (procentuella) förändringen av röstläget vid respektive registreringstillfälle jämfört med den initiala läsningen i lugn omgivning (fig. 13.5. - 13.7.).

I de stapeldiagram som utvisar denna procentuella förändring framträder som ett viktigt resultat, att talarnas omedelbara reaktion på röststrängning skiljer sig föga före och efter röstbehandling. Efter 15 minuters ansträngning framkommer emellertid genom den ytterligare höjningen av röstläget före terapi en skillnad, som för hela materialet är signifikant på 0,1 procents nivå. Det förhållande, att denna ytterligare höjning efter en tids röststrängning till följd av terapin reduceras avsevärt eller uteblir, torde vid den kliniska bedömningen av röstfunktionsstörningar kunna utgöra ett användbart objektiva kriterium på framgångsrik behandling.

Ett annat sådant kriterium består i tendensen hos de undersökta talarna att före behandling tala med fortsatt förhöjning av röstläget omedelbart efter avslutad belastning (förlängd "recovery time" enl. Brewer & Briess, 1960, jfr. även Black, 1950 b). Behandlingen kan sägas ge en större flexibilitet, så att röstläget genast sjunker tillbaka till samma nivå som före belastningen.

De angivna kriterierna på terapieffekt vid störningar av röstfunktionen har kunnat visas gälla med statistisk signifikans för en större grupp talare. De är emellertid mindre starkt utpräglade hos de undersökta manliga talarna (fig. 13.6.) och den i resultatframställningen redovisade stora variationen mellan de undersökta informanterna ( $s \approx 75\%$  av erhållna differenser) utgör hinder för en alltför strikt applicering av de anförda kriterierna vid bedömning av enskilda fall.

En orsak till den stora variationen kan sökas i olikheter beträffande infor-

manternas Lombard-reaktion, dvs. den verkliga förekommande ökningen av röststyrkan vid bullerbelastning som i detta experiment försiggått helt okontrollerad. Användningen av Lombard-reaktionen på det sätt som här skett har sannolikt inneburit ett alltför indirekt tillvägagångssätt. Mera stringent hade varit att föreskriva försökspersonerna deras röstintensitetsnivå direkt och att söka hålla denna faktor under visuell kontroll genom exempelvis någon form av visarinstrument som indikerade röststyrkan under experimentets gång. Detta utesluter självfallet inte användandet av bakgrundsbuller, men i så fall snarast som medel för att höja försökspersonens motivation att öka röststyrkan. Härtill kunde måhända även buller av varierande kvalitet och med anknytning till respektive yrkesmiljöer vara lämpligare än det vita bruset. Med en effektiv kontroll av försökspersonens röststyrka under belastningsprovet vore det vidare rimligt att pröva, om detta inte kunde avkortas till endast 15 minuters varaktighet, vilket skulle innebära en klar vinst i fråga om provets användbarhet.

Slutligen kan ett stringentare genomförande av belastningsprovet förväntas leda till mera entydiga resultat beträffande röstomfånget. Visserligen erhöles hos den med pilotgruppen jämförda terapeutgruppen och hos den kvinnliga patientgruppen efter terapi en minskning av omfånget vid en tids röststrängning, vilket överensstämmer med uppgifter i litteraturen (Winckel & Krause, 1965 och Winckel, 1967). Men tendensen i den manliga patientgruppen var den motsatta, och den enda erhållna signifikanta skillnaden efter terapi var snarare en ökning av röstomfånget omedelbart vid röstbelastningens början. De erhållna skillnaderna i röstomfång har således varit alltför ringa och motsägande för att tillåta mera vittgående slutsatser i detta avseende.

13.6. Konklusion. - Avsaknaden av objektiva metoder för prövning av röstkonditionen har hittills utgjort en klar brist vid den foniatriska diagnosen av röstfunktionsstörningar och vid värderingen av terapieresultat. De i detta avsnitt redovisade försöken utgör den avslutande länken i en kedja av undersökningar som syftar till att avhjälpa denna brist. Följande fynd från de ovan redovisade undersökningarna har synts värda att framhålla som en bakgrund till resultaten i föreliggande avsnitt:

1. Svårigheterna att registrera röstfrekvensen vid löpande tal har kunnat bemästras på ett tillfredsställande sätt med den här föreslagna metoden för glottografisk frekvensindikering (GFI).

2. GFI-metoden har kunnat visas ge reproducerbara och i relation till skicklig röstlägesskattning valida resultat.
3. En del för den medicinska röstfunktionsbedömningen ovidkommande faktorer har undersökts och förefallit ha försumbart inflytande på de registrerade röstfrekvensparametrarna, så länge den kommunikativa situationen hölls konstant.
4. GFI-metoden har utan större svårigheter kunnat användas dels i kliniskt sammanhang i samband med undersökningen av en lång rad foniatriska patienter, dels för röstfunktionsstudier på arbetsplatsen vid yrkesbetingad röstbelastning.

Vid objektiva registreringar av röstfrekvensen framkom att patienter med rena röstfunktionsstörningar (funktionella dysfonier) i detta avseende inte uppvisar några skillnader före och efter logopedisk röstbehandling, trots att patienterna i regel anger en avsevärd subjektiv förbättring efter terapin. Genom att såsom vid andra fysiologiska funktionsundersökningar, t.ex. arbets-  
-ekg, införa ett belastningsprov för rösten kunde systematiska skillnader mellan röstläget före och efter terapi registreras med GFI-metoden. Vid det här använda belastningsprovet, brusexposition av en intensitet på 70 dB SPL, noterades såväl före som efter röstbehandling en höjning av röstläget på 9 ( $\pm$  3) procent jämfört med den initiala registreringen i tyst miljö. En ytterligare höjning av röstläget efter 15 och 30 minuters röststrängning till över 15 % hos män och över 12 % hos kvinnor förefaller kunna tjäna som kriterium på latent nedsatt röstfunktion eller nedsatt röstkondition. Ytterligare ett sådant kriterium består i en kvarstående förhöjning av röstläget på 5 % och däröver omedelbart efter röstbelastningsprovets slut.

Den interindividuella variationen mellan resultaten är emellertid ännu alltför stor för att bindande normalvärden skall kunna anges. Detta kommer förhoppningsvis att bli möjligt genom ett stringentare genomförande av belastningsprovet i det att röststyrkan hålles under kontroll. Arbetet på en sådan utveckling av metoden pågår.

#### 14. Outline and Summary

A series of studies is reported in order to introduce a new method for determining the fundamental frequency of the voice in continuous speech. The method is primarily intended for clinical investigations of phoniatric patients and for judging the effect of logopedic and laryngological therapy. The aim is to replace with objective measurements the hitherto current subjective estimates of voice pitch. The phonatory periods are detected electroglottographically and processed in a microcomputer. Data that is probably irrelevant for pitch sensation is rejected. The mean fundamental frequency (in Hz) and the voice range (the  $P_{15}$  deviation, the 15 to 85 percentile range, in semitones) of the analysed speech sample are presented digitally and the distribution is displayed as a histogram (in semitone classes). The analysis is performed in real time.

The introductory chapters outline the background and purpose of the project, and the clinical need for objective determination of voice frequency is discussed. Previous methods for determining the voice fundamental in speech are reviewed in chapter 5. Virtually all these methods are unsuitable for the present clinical purpose. Some of the theoretical and practical difficulties involved in determining the frequency that most closely reflects the sensation of pitch in the speech voice are discussed in chapter 6. This sensation is by no means primarily dependent on the fundamental which may be absent from the speech signal or masked. Such phenomena make it difficult to extract the fundamental from the speech wave. The analysis can also be distorted by strong formant resonances. When the fundamental period is detected right at the source, for example by electroglottography, there arises the difficulty that some periods contribute to a sensation of altered voice quality rather than pitch and these should consequently be rejected from the analysis.

Following a description of the method in chapter 7, chapter 8 provides a comparison of voice pitch determinations both by measurement and auditory judgment in order to test the validity of the method. The 12 experienced therapists who formed the listener group were able to repeat their voice pitch judgments of 10 voices with a test-retest reliability coefficient of  $r = 0.996$  and an average difference of 0.53 %. Yet the average between-judge variation for individual voices was as high as  $s = 12.7$  %. From a total of 516 judgments of voice pitch, the average judgment was 0.42 semi-

tones (2.5 %) below the corresponding measurement, a difference that lacked significance. The result was found to be associated with both the speakers' and the listeners' sex, and certain combinations yielded significant differences between measurements and judgments. All in all, the investigation supports the view that the measuring method fulfills its intended purpose.

A similar test is reported in chapter 9 with regard to voice range. Since monotony is a special symptom of many neurological diseases, voice range is probably of greater medical interest than voice pitch. A difficulty in this investigation as compared with the pitch determination comparison is the fact that the results of measurement and judgment cannot be expressed in the same units. The judges had to use their own subjective scale for voice range. Consistency was relatively poor between repeated judgments ( $r = 0.64$  for 10 voices) and between measured and judged voice range (rank coefficient  $r_s = 0.55$ ). The result demonstrates that voice range cannot be determined reliably by subjective judgment while the proposed glottographic frequency display method probably meets the clinical need for objective analysis of voice range.

A series of normative studies was made on entire groups of informants, although in clinical situations it is probably the within-patient modifications of voice frequency parameters that are of greatest interest. The first of these studies is reported in chapter 10. A tabulated summary of previous investigations is followed by a proposal for "normal" voice pitch and range based on recordings of 51 men and 141 women with healthy voices:

Voice pitch:	men	$110 \pm 15$ Hz
	women	$195 \pm 20$ Hz
Voice range:	men	$6 \pm 1$ semitones
	women	$5.5 \pm 1.5$ semitones

The measure of voice range is the  $P_{20}$  deviation.

The average variation in repeated measurements of voice pitch was about 2 % for both sexes and of voice range 4 % for men and 2 % for women.

The influence of various external variables on the voice frequency parameters is reported in chapter 11. Contrary to many other reports, there were no differences of voice pitch between reading prose aloud and speaking freely.

Nor did the emotional character of a read text have any major influence on voice frequency parameters in a group of 31 female subjects. However, there were clear differences when not only the text but also the entire communication setting were changed by getting the subjects to play a part in a fairly aggressive dialogue. In comparison with reading neutral prose aloud the voice pitch was raised 1 1/2 semitones and the range increased by 1 1/2 semitones. The changes by individual subjects were hardly correlated with the degree of increased emotion as judged by a small panel of listeners. An explanation may be that emotion can also be expressed by other means than changes in voice pitch and range, for example by increasing intensity or by modifying temporal aspects of the speech wave. Finally, the influence of voice effort on voice pitch and range were investigated in a series of field studies in places of work. No significant differences were found in 55 recordings made immediately after the day's work as compared with similar recordings made before work commenced. A 30 - 80 % rise in voice pitch and a 4.5 semitone increase in voice range were found during the effort of teaching in a noisy gymnasium. A secondary discovery in these studies was the probable contribution of smoking to a lowering of voice pitch, especially in women.

Chapter 12 contains an account of the results of voice frequency investigations of 244 phoniatic patients. In 105 cases of functional dysphonia there were no systematic deviations from a normal voice pitch and range, but after logopedic voice training the range had increased significantly in both sexes by about 1/2 semitone, a therapeutic effect that remained in those patients re-examined after 6 months. In 91 cases of organic dysphonia following benign laryngeal changes a considerable increase in voice pitch (11 %) was noted after surgery, especially in women. This represented a normalization of a previous pathologically lowered pitch. A comparison of frequency parameters between cases with premalignant changes of the larynx and cases of laryngeal cancer revealed no differences in frequency of phonation. This was not unexpected and underlines the importance of never relying on the auditory impression of voice quality when larynx cancer is suspected. Finally, an illustration is given of the excellent utility of the method for objectively following cases of endocrinic dysphonia during treatment with virilizing hormones. Contrary to expectations, a pathologically low voice pitch was found to rise after logopedic training, but this therapeutic effect was not permanent.

The lack of objective signs is troublesome during the management of cases of functional dysphonia as the voice is often relatively normal during relaxed clinical examinations. In chapter 13 a proposal is made to record the consequences of stressing the voice as an objective criterion. A short pilot study of spontaneous speaking under voice strain at work revealed that voice pitch was lowered 7 % after logopedic therapy. A larger group of functional dysphonia patients (19 men and 33 women) were subjected to a loading test where they had to compete with white noise (70 dB SPL) for 30 minutes. Reading aloud in a quiet environment and reading immediately after the load commenced resulted in about the same voice pitch before and after therapy. Very significant differences appeared after 15 to 30 minutes of white noise in the form of a larger voice pitch rise under load before logopedic therapy as compared with after. When the load ceased, a significantly higher voice pitch persisted prior to therapy, whereas after therapy the voice resumed the original pitch used in a calm environment. However, considerable variation between subjects prevents conclusions being drawn for individual performances. It should be possible to reduce the between-subject variation by controlling voice intensity. The method will then provide an objective measure of voice condition in individual cases as with other work load tests used in clinical physiology.

## T A C K

Undersökningarna har genomförts med ekonomiskt stöd ur Agnes Ljunggrens Fond för öronsjukdomar, Maria Elvira Olssons fond för stöd åt cancerforskning, Rut och Oskar Ekstrands fond för medicinsk forskning, särskilt cancersjukdomar, samt ur anslagsposten till forskningsbidrag för främjande av ograduerade forskare vid Medicinska fakulteten, Lunds Universitet, vilket noteras med tacksamhet.

Bland dem som genom stödjande uppmuntran och sporrande förväntan, genom kreativ kritik och engagerat medarbete har bidragit till denna avhandlings tillkomst skall nämnas

Sören Fex, Hans-Erik Rundqvist, Johan Sundberg;  
Hellmuth Hertz, Sven Ingelstedt, Hjalmar och Fredrik Koch;  
Jan Gauffin, Christer Hahn, Nils-Gunnar Holmer, Thorvald Sjöberg,  
Bengt Stavenov;  
Anna-Greta Fristedt, Bodil Jarnhus, Inger Leth, Ulla Pahlsson;  
Harald Andersson, Carl Johan Lamm, Sidney Wood;  
alla goda kamrater i kretsen av fonetiker och logopeder  
samt alla i undersökningarna deltagande försökspersoner.

Ett stort tack framföres till samtliga, men främst till Nils-Gunnar Holmer. Utan dennes pålitliga bistånd skulle svårigheterna vid genomförandet av det här skildrade projektet blivit övermäktiga.



1. ABBERTON, E. & FOURCIN, A.J. Laryngographic analysis and intonation. *Brit. J. Disorders Comm.* 7, 1972, 24 - 29.
2. ABBERTON, E. A laryngographic study of voice quality. A thesis submitted for the degree of Ph. D. in the University of London. Opublicerad stencil, 1976.
3. ALLEN, E. & HOLLIEN, H. A laminagraphic study of pulse (vocal fry) register phonation. *Folia phoniat.* 25, 1973, 241 - 250.
4. ANDERSON, F. An experimental pitch indicator for training deaf scholars. *J. acoust. Soc. Amer.* 32, 1960, 1065 - 1074.
5. ARNDT, H.J. & LEITHAUSER, H. Die mittlere Sprechtonhöhe bei jungen und alten Menschen. *HNO* 16, 1968, 114 - 116.
6. ASKENFELT, A., GAUFFIN, J., KITZING, P., SUNDBERG, J. Electroglottograph and contact microphone for measuring vocal pitch. *STL - QPSR* 4, 1977, 13 - 21.
7. ATAL, B.S. & HANAUER, S.L. Speech analysis and synthesis by linear prediction of the speech wave. *J. acoust. Soc. Amer.* 50, 1971, 637 - 655.
8. ATKINSON, C.J. Vocal responses during controlled aural stimulation. *J. Speech Hear. Dis.* 17, 1952, 419 - 426.
9. ATKINSON, J.E. Inter- and intraspeaker variability in fundamental voice frequency. *J. Acoust. Soc. Amer.* 60, 1976, 440 - 445.
10. AUSTIN, M.D. & LEEPER, H.A. Basal pitch and frequency level variation in male and female children: a preliminary investigation. *J. Comm. Dis.* 8, 1975, 309 - 316.
11. BERENDES, J. Veränderungen der weiblichen Stimme durch virilisierende und anabole Hormone. *Folia phoniat.* 14, 1962, 265 - 271.
12. BETHGE, W. Phonometrische Untersuchungen zur Sprachmelodie. *Phonetik* 6, 1952, 229 - 247.
13. BETHGE, W. Geschätzte und gemessene Melodiewinkel. *Phonetica* 1, 1957, 203 - 206.
14. BLACK, J.W. Some effects upon voice of hearing tones of varying intensity and frequency while reading. *Speech. Monogr.* 17, 1950 a, 95 - 98.
15. BLACK, J.W. Some effects of auditory stimuli upon voice. *J. Aviat. Med.* 21, 1950 b, 251 - 255 + 277.
16. BOE, L.-J., CONTINI, M., RAKOTOFIRINGA, H. Etude statistique de la fréquence laryngienne. *Phonetica* 32, 1975 a, 1 - 23.
17. BOE, L.-J. & RAKOTOFIRINGA, H. A statistical analysis of laryngeal frequency: its relationship to intensity level and duration. *Language and Speech* 18, 1975 b, 1 - 13.
18. BONNER, M.R. Changes in the speech pattern under emotional tension. *Amer. J. Psychol.* 56, 1943, 262 - 273.
19. BOWLER, N.W. A fundamental frequency analysis of harsh vocal quality. *Speech Monogr.* 31, 1964, 128 - 134.
20. BREWER, D.W. & BRIESS, F.B. Industrial noise: Laryngeal considerations. *N.Y. St. J. Med.* 60, 1960, 1737 - 1740.
21. BROWN, B.L., STRONG, W.J., RENCHER, A.C. Perceptions of personality from speech: effects of manipulations of acoustical parameters. *J. Acoust. Soc. Amer.* 54, 1973, 29 - 35.

22. BROWN, B.L., STRONG, W.J., RENCHER, A.C. Fifty-four voices from two: the effects of simultaneous manipulations of rate, mean fundamental frequency, and variance of fundamental frequency on ratings of personality from speech. *J. Acoust. Soc. Amer.* 55, 1974, 313 - 318.
23. BRUCE, G. Swedish word accents in sentence perspective. *Travaux de l'institut de linguistique de Lund*, XII, Lund, 1977.
24. BÖHME, G. & HECKER, G. Gerontologische Untersuchungen über Stimmumfang und Sprechstimmlage. *Folia phoniat.* 22, 1970, 176 - 184.
25. BÖHME, G. *Stimm-, Sprech- und Sprachstörungen*. G. Fischer Verlag, Stuttgart, 1974.
26. CANTER, G.J. Speech characteristics of patients with Parkinson's disease: I. Intensity, pitch, and duration. *J. Speech Hear. Dis.* 28, 1963, 221 - 229.
27. CHEVRIE-MULLER, C. & GREMY, F. Contribution à l'établissement de quelques constantes physiologiques de la voix parlée de l'adulte. *J. franç. Oto-Rhino-Laryng.* 16, 1967, 149 - 154.
28. CHEVRIE-MULLER, C., SALMON, D., FERREY, G. Contribution à l'établissement de constantes acoustiques de la voix parlée chez la femme adolescente? Adulte et âgée. *Bull. Audiophonol.* 1, 1971 a, 433 - 455.
29. CHEVRIE-MULLER, C. Étude du fondamental de la voix parlée sur des groupes d'enfants de 3 ans à 5 ans et demi. *J. franç. Oto-Rhino-Laryng.* 20, 1971 b, 451 - 455.
30. CHEVRIE-MULLER, C. & DECANTE, P. Étude de la fréquence fondamentale en pathologie. A. Méthode oscillographique - résultats. B. Extraction du fondamental - résultats. *Bull. Audiophonol.* 3, 1973, 147 - 194.
31. CHEVRIE-MULLER, C., DORDAIN, M., DECANTE, P. Analyse automatisée des paramètres acoustiques de la parole. Union of the European Phoniaticians, IV Kongres, Wrocław 9 - 11. X. 1975. Papers and abstracts. 90 - 93.
32. COLEMAN, R.F. Decay characteristics of vocal fry. *Folia phoniat.* 15, 1963, 256 - 263.
33. COLEMAN, R.F. & WENDAHL, R.W. Vocal roughness and stimulus duration. *Speech Monogr.* 34, 1967, 85 - 92.
34. COLEMAN, R.F., MABIS, J.H., HINSON, J.K. Fundamental frequency-sound pressure level profiles of adult male and female voices. *J. Speech Hear. Res.* 20, 1977, 197 - 204.
35. COLTON, R. & HOLLIEN, H. Phonational range in the modal and falsetto registers. *J. Speech Hear. Res.* 15, 1972, 708 - 713.
36. COOPER, M. & YANAGIHARA, N. A study of the basal pitch level variations found in the normal speaking voices of males and females. *J. Commun. Dis.* 3, 1971, 261 - 266.
37. COOPER, M. *Modern techniques of vocal rehabilitation*. Springfield, Ill.: Charles C. Thomas, 1973.
38. COOPER, M. Spectrographic analysis of fundamental frequency and hoarseness before and after vocal rehabilitation. *J. Speech Hear. Dis.* 39, 1974, 286 - 297.
39. COWAN, J.M. Pitch and intensity characteristics of stage speech. *Arch. Speech.* 1, suppl., 1936, 1 - 92.
40. COYNE, A.E. More about the voice pitch indicator. *Volta Rev.* 40, 1938, 549 - 552, 598 - 599.

41. CRYSTAL, D. Prosodic systems and intonation in English. Cambridge, Univ. Press, 1969.
42. CURRY, E.T. The pitch characteristics of the adolescent male voice. *Speech Monogr.* 7, 1940, 48 - 62.
43. CURRY, E.T. Voice changes in male adolescents. *Laryngoscope* 61, 1946, 795 - 805.
44. DALHOFF, K. & KITZING, P. Bemerkungen zur Akzentmethode nach Smith für die Behandlung von Stimm- und Sprechstörungen. Teil I: *HNO* 25, 1977, 102 - 105. Teil II: *HNO* 25, 1977, 214 - 217.
45. DARLEY, F.L., ARONSON, A.E., BROWN, J.R. *Motor Speech Disorders*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto, 1975.
46. DEMPSEY, M.E., DRAEGERT, G.L., SISKIND, R.P., STEER, M.D. The Purdue pitch meter - a direct-reading fundamental frequency analyzer. *J. Speech Hear. Dis.* 15, 1950, 135 - 141.
47. DIEROFF, H.G. & SIEGERT, C. Zum Problem der Stimmstörungen bei Kindergärtnerinnen. *Mscr. Ohrenheilk.* 98, 1964, 272 - 280.
48. DIEROFF, H.G. & SIEGERT, C. Tonhöhenverschiebungen unter Lärmbelastung. *Folia phoniat.* 18, 1966, 247 - 255.
49. DOLANSKY, L., PHILLIPS, N.D., BASS, S.D. An intonation display system for the deaf. *Acustica* 25, 1971, 189 - 202.
50. DORDAIN, M., CHEVRIE-MULLER, C., GREMY, F. Étude clinique et instrumentale de la voix et de la parole des femmes âgées. *Rev. franç. Géront.* 13, 1967, 163 - 170.
51. DORDAIN, M. La voix de dix-neuf myxoedémateux. *Rev. Laryngol.* 91, 1970, 378 - 383.
52. DREVER, J. *A dictionary of psychology*. (Revised by Harvey Wallerstein). Penguin books, Harmondsworth, Middlesex, England, 1972.
53. DUFFY, R.J. Fundamental frequency characteristics of adolescent females. *Language and Speech* 13, 1970, 14 - 25.
54. EBRELIUS, B., ENGSTRÖM, B., KOCH, G., SKÖG, B. Kan innehållet i en text påverka taltonläge och röstomfång? Icke publicerat manuskript. Fonetiska institutionen, Lunds universitet, läsåret 1975 - 1976.
55. EGUCHI, S., HIRSCH, I.J. Development of speech sounds in children. *Acta Oto-Laryng. suppl* 257, 1969.
56. ELLIOT, L.L. & NIEMOELLER, A.F. The role of hearing in controlling voice fundamental frequency. *International Audiology* 9, 1970, 47 - 52.
57. VON ENGEL, E. Über den Stimmumfang sechsjähriger Kinder und den Schulsängsang. Hamburg 1889. Cit. från Westerlund, 1972.
58. FABRE, M.P. Un procédé électrique percutané d'inscription de l'accolement glottique au cours de la phonation: glottographie de haute fréquence. Premiers résultats. *Bull. Acad. Nat. Méd.* 141, 1957, 66 - 69.
59. FABRE, P. La glottographie électrique en haute fréquence, particularités de l'appareillage. *Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie et de ses Filiales* 153, 1959, 1361 - 1364.
60. FAIRBANKS, G. *Voice and articulation drillbook*, 1937. Second edition 1960, Harper & Row, New York, 1960,
61. FAIRBANKS, G. & PRONOVOST, W. Vocal pitch during simulated emotion. *Science* 88, 1938, 382 - 383.

62. FAIRBANKS, G. & PRONOVOST, W. An experimental study of the pitch characteristics of the voice during the expression of emotion. *Speech Monogr.* 6, 1939, 87 - 104.
63. FAIRBANKS, G. Recent experimental investigations of vocal pitch in speech. *J. Acoust. Soc. Amer.* 11, 1940, 457 - 466.
64. FAIRBANKS, G. & HOAGLIN, L.W. An experimental study of the durational characteristics of the voice during the expression of emotion. *Speech Monogr.* 8, 1941, 85 - 90.
65. FAIRBANKS, G. An acoustical study of the pitch of infant hunger wails. *Child Develop.* 13, 1942, 227 - 232.
66. FAIRBANKS, G., WILEY J.H., LASSMAN, F.M. An acoustical study of vocal pitch in seven- and eight-year-old boys. *Child Develop.* 20, 1949a, 63 - 69.
67. FAIRBANKS, G. HERBERT, E.L., HAMMOND, J.M. An acoustical study of vocal pitch in seven- and eight-year-old girls. *Child Develop.* 20, 1949b, 71 - 78.
68. FAIRBANKS, G. An acoustical comparison of vocal pitch in seven- and eight-year-old children. *Child Develop.* 21, 1950, 121 - 129.
69. FANT, G., ONDRÁČKOVÁ, J., LINDQVIST, J., SONESSON, B. Electrical glottography. *STL-QPSR*, 1966, 15 - 21.
70. FAULHABER, J. & VALLANCIEN, B. Nouvelles perspectives en glottographie: le laryngographe. *J. Franç. Oto-Rhino-Laryng.* 19, 1970, 569 - 572.
71. FEDDERS, B., SCHULTZ-COULON, H.-J. Ein Grundtonanalysator für die klinische und experimentelle Phoniatrie. *Acustica* 33, 1975, 17 - 24.
72. FEX, S. & HENRIKSSON, B. Phoniatic treatment combined with radiotherapy of laryngeal cancer for the avoidance of radiation damage. *Acta Otolaryng.*, suppl. 263, 1970, 128 - 129.
73. FITCH, J. & HOLBROOK, A. Modal vocal fundamental frequency of young adults. *Arch. Otolaryng.* 92, 1970, 379 - 382.
74. FLATAU, T. & GUTZMANN, H. Die Stimme des Säuglings. *Arch. Laryng. Rhinol.* 18, 1906, 139 - 152.
75. FLATAU, T.S. & GUTZMANN, H. Die Singstimme des Schulkindes. *Arch. Laryng. Rhinol.* 20, Berlin, 1908, 327 - 335.
76. FOURCIN, A.J. & ABBERTON, E. First applications of a new laryngograph. *Med. Biol.* 11, 21, 1971, 172 - 182.
77. FOURCIN, A.J. Laryngographic examination of vocal fold vibration. *Ventilatory and Phonatory Control Mechanisms*, ed. Barry Wyke, Oxford Univ. Press, 1975, 315 - 333.
78. FOURCIN, A.J. & ABBERTON, E. The laryngograph and the voiscopie in speech therapy. *XVIIth Int. Congr. of Logopedics and Phoniatics*, 1976, 116 - 122.

79. FRANK, F. & SPARBER, M. Stimmumfänge bei Kindern aus neuer Sicht. *Folia phoniat.* 22, 1970 a, 397 - 402.
80. FRANK, F. & SPARBER, M. Stimmumfänge bei Erwachsenen aus neuer Sicht. *Folia phoniat.* 22, 1970 b, 403 - 412.
81. FROESCHELS, E. Die mittlere Sprechtonhöhe bei jungen und alten Menschen. *HNO* 17, 1969, 14.
82. FRY, D.B. Physical correlates of perceptual features and methods of measurement. Pitch. B. Malmberg, ed. *Manual of phonetics*, Amsterdam, 1968, 374 - 383.
83. FRØKJAER-JENSEN, B. Pitch computer, type PC 1400. Datablad. F-J Electronics APS, Gentofte, Danmark, 1978.
84. GILBERT, H.R. & WEISMER, G.G. The effects of smoking on the speaking fundamental frequency of adult women. *J. Psycholinguistic Res.* 3, 1974, 225 - 231.
85. GOLD, B. & RABINER, L. Parallel processing techniques for estimating pitch periods of speech in the time domain. *J. Acoust. Soc. Amer.* 46, 1969, 442 - 448.
86. GRÜTZMACHER, M. & LOTTERMOSER, W. "Über ein Verfahren zur träghetsfreien Aufzeichnung von Melodiekurven. *Akustische Zeitschrift* 2, 1937, 242 - 248, och 3, 1938, 183 - 196. Cit. fr. Kloster-Jensen, 1958.
87. GUNDERMANN, H., & GRÜTZMACHER, W. Ein praktikables, voll transistorisiertes Gerät zur Bestimmung des Stimmumfangs und der mittleren Sprechstimmlage. *HNO* 18, 1970, 61 - 64.
88. GARDING, E. & BANNERT, R. Rapport från uttalskliniken. -Fel som hänger ihop. - Avvikande uttal. I *Praktisk lingvistik*, 1, 1978.
89. HADDING-KOCH, K. Acoustico-phonetic studies in the intonation of southern Swedish. *Travaux de l'Institut de phonétique de Lund*. Publiés par Bertil Malmberg, III, C.W.K. Gleerup, Lund, 1961.
90. HAMLETH, S. Transmission of ultrasound through the larynx as a means of determining vocal fold activity. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, *BME* 19:1, 1972, 34 - 37.
91. HANLEY, T.D. An analysis of vocal frequency and duration characteristics of selected samples of speech from three American dialect regions. *Speech Monogr.* 18, 1949, 78 - 93.
92. HANLEY, T.D., SNIDECOR, J.C., RINGEL, R.L. Some acoustic differences among languages. *Phonetica* 14, 1966, 97 - 107.
93. HANLEY, T.D. & SNIDECOR, J.C. Some acoustic similarities among languages. *Phonetica* 17, 1967, 141 - 148.
94. HARGREAVES, W.A. & STARKWEATHER, J.A. Voice quality changes in depression. *Lang. and Speech* 7, 1964, 84 - 88.

95. HARRINGTON, W.D. Fundamental frequency indicator (FFI). Stencil, s.a. från Communication Sciences Laboratory, University of Florida.
96. HARRIS, C. & WEISS, M.R. Pitch extraction by computer processing of high-resolution Fourier analysis data. *J. Acoust. Soc. Amer.* 35, 1963, 339 - 343.
97. HARRIS, C. & WEISS, M.R. Effects of speaking condition on pitch. *J. Acoust. Soc. Amer.* 36, 1964, 933 - 936.
98. HECKER, M.H., STEVENS, K.N., VON BISMARCK, H., WILLIAMS, C.E. Manifestations of task-induced stress in the acoustic speech signal. *J. Acoust. Soc. Amer.* 44, 1968, 993 - 1001.
99. HECKER, M.H.L. & KREUL, E.J. Descriptions of the speech of patients with cancer of the vocal folds. *J. Acoust. Soc. Amer.* 49, 1971, 1275 - 1282.
100. HEINEMANN, M. Zur Frage der Stimmbelastungsfähigkeit vor einer Ausbildung in Sprechberufen. *Z. Ärztl. Fortbild.* 66, 1972, 411 - 413.
101. HEINEMANN, M. Hormone und Stimme. Johann Ambrosius Barth, Leipzig, 1976.
102. HERTZ, H., RUNDQVIST, H.E. & al. Teknisk beskrivning av metod för glottografisk frekvensindikering och matematisk prövning av uttrycken för frekvensfördelningen. Institutionsrapport från institutionen för elektrisk mätteknik, Lunds tekniska högskola. 1979.
103. HILL, K. & HOLMQVIST, B. Den deprimerade patientens stämma. Examensarbete i logopedi, opublicerad stencil, Stockholm, 1974.
104. HIRSCHBERG, J. Union der Europäischen Phoniater 12. - 15.10.1977, sid. 37. Haupt-Referate. Berlin 1977, ed. J. Wendler.
105. HOLBROOK, A. & MEADOR, M.M. A device for automatic modification of vocal frequency and intensity. *Southern Speech J.* 35, 1969, 154 - 162.
106. HOLLIEN, H. Some laryngeal correlates of vocal pitch. *J. Speech Hear. Res.* 3, 1960, 52 - 58.
107. HOLLIEN, H. & MALCIK, E. Adolescent voice change in southern negro males. *Speech Monogr.* 29, 1962 a, 53 - 58.
108. HOLLIEN, H. & CURTIS, J.F. A laminagraphic study of vocal pitch. *J. Speech Hear. Res.* 3, 1962 b, 361 - 371.
109. HOLLIEN, H. Selected vocal characteristics and physical size measurements of pre-adolescent males. *Asha* 3, 1962 c, 363.
110. HOLLIEN, H. & COPELAND, R.H. Speaking fundamental frequency (SFF) characteristics of mongoloid girls. *J. Speech Hear. Dis.* 30, 1965 a, 344 - 349.
111. HOLLIEN, H., MALCIK, E., HOLLIEN, B. Adolescent voice change in southern white males. *Speech Monogr.* 32, 1965 b, 87 - 90.

112. HOLLIEN, H. & TAMBURRINO, J. A fundamental frequency indicator. 1965 c. Cit från Harrington, Wayne D., s.a.
113. HOLLIEN, H., MOORE, P., WENDAHL, R., MICHEL, J. On the nature of vocal fry. *J. Speech Hear. Res.* 9, 1966, 245 - 247.
114. HOLLIEN, H. & MALCIK, E. Evaluation of cross-sectional studies of adolescent voice change in males. *Speech Monogr.* 34, 1967 a, 80 - 84.
115. HOLLIEN, H. & JACKSON, B. Normative SFF data on southern male university students. Progress report to NIH grant NB-OX 397, 1967 b. Cit. från Hollien & Shipp, 1972 a.
116. HOLLIEN, H. & MICHEL, J.F. Vocal fry as a phonational register. *J. Speech Hear. Res.* 11, 1968, 600 - 604.
117. HOLLIEN, H. & PAUL, P. A second evaluation of the speaking fundamental frequency characteristics of post-adolescent girls. *Language and speech* 12, 1969, 119 - 124.
118. HOLLIEN, H., DEW, D., PHILIPS, P. Phonational frequency ranges of adults. *J. Speech Hear. Res.* 14, 1971, 755 - 760.
119. HOLLIEN, H. SHIPP, T. Speaking fundamental frequency and chronologic age in males. *J. Speech Hear. Res.* 15, 1972 a, 155 - 159.
120. HOLLIEN, H. & HOLLIEN, P.A. A cross-cultural study of adolescent voice change in European males. Proc. VII international congress of phonetic sciences, Montreal 1971. Ed.: André Rigault and René Charbonneau, Mouton, The Hague, Paris, 1972 b.
121. HOLLIEN, H. & JACKSON, B. Normative data on the speaking fundamental frequency characteristics of young adult males. *J. of Phonetics* 1, 1973, 117 - 120.
122. HOLLIEN, H. On vocal registers. *J. of Phonetics* 2, 1974, 125 - 144.
123. HOLM, C. Wechselbeziehung von Konsonant- und Vokalstruktur. (Ein Beitrag zur Objektivierung von Stimm- und Sprachbefunden). *Arch. Ohren-, Nasen- und Kehlkopfheilkunde* 199, 1971, 736 - 741.
124. HOLMER, N.G., KITZING, P., LINDSTRÖM, K. Echo glottography. - Ultrasonic recording of vocal fold vibrations in preparations of human larynges. *Acta Otolaryng.* 75, 1973, 454 - 463.
125. HOLMER, N.-G. & LINDSTRÖM, K. New methods in medical ultrasound. Thesis, Lund/Malmö, 1978.
126. HOOD, J.D. Bone conduction: A review of the present position with especial reference to the contributions of Dr Georg von Békésy. *J. Acoust. Soc. Amer.*, 34, 1962, 1325 - 1332.
127. HORII, Y. & HUGHES, G.W. Speech analysis by computer. Proc. nat. Electron. Conf. 27, 1972, 74 - 79.
128. HORII, Y. Fundamental frequency characteristics and perceived age of adult male speakers. *J. Acoust. Soc. Amer.* 57, suppl. 1, 1975 a, 69.

129. HORII, Y. Some statistical characteristics of voice fundamental frequency. *J. Speech Hear. Res.* 18, 1975b, 192 - 201.
130. The Principles of the International Phonetic Association. Department of Phonetics, Univ. College, London, W.C.1, 1949 (Reprinted 1968).
131. IWATA, S. & VON LEDEN, H. Pitch perturbations in normal and pathologic voices. *Folia phoniat.* 22, 1970, 413 - 424.
132. JASSEM, W. Pitch and compass of the speaking voice. *J. int. phonet. Ass.* 1, 1971, 59 - 68.
133. JOFFE, L.A. Pitch Extractor for Use in a Teaching Aid for the Deaf. *-Acustica* 35, 1976, 214 - 215.
134. KITZING, P. Endokrint betingade laryngopati. *Communications from the Department of Anatomy, Univ. of Lund, Sweden*, 6, 1964.
135. KITZING, P. & SONESSON, B. A photoglottographical study of the female vocal folds during phonation. *Folia phoniat.* 26, 1974, 138 - 149.
136. KITZING, P., RUNDQVIST, H.-E., TALO, E. Fundamental frequency of the voice in continuous speech. Working papers. Phonetics Laboratory. Lund Univ., 12, 1975a, 85 - 98.
137. KITZING, P. & LÖFQVIST, A. Subglottal and oral air pressures during phonation - preliminary investigation using a miniature transducer system. *Medical and Biological Engineering*, Sept. 1975b, 644 - 648.
138. KITZING, P. Methode zur kombinierten photo- und elektroglossographischen Registrierung von Stimmlippenschwingungen. *Folia phoniat.* 29, 1977, 249 - 260.
139. KLINGHOLZ, F., SIEGERT, C., HAAKE, I., MAERZ, H. Der Einfluss der Vertäubung auf die Vokalspektren. *Folia phoniat.* 25, 1973, 424 - 433.
140. KLOSTER JENSEN, M. Die Erleichterung der instrumentellen Worttonforschung durch Tonhöhenschreiber. *Studia linguistica* 12, 1958, 70 - 77.
141. KNUDSEN, E.R. Artikulationsforstærkere og andre hjælpemidler til taleoplaering af døve børn. *Nordisk tidsskrift for Tale og Stemme* 19, 1959, 149 - 162.
142. KOIKE, Y. & MARKEL, J. Application of inverse filtering for detecting laryngeal pathology. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 84, 1975, 117 - 124.
143. KRAMER, E. Judgment of personal characteristics and emotions from nonverbal properties of speech. *Psychological Bull.* 60, 1963, 408 - 420.
144. KREUL, E.J. & HECKER, M.H.L. Descriptions of the speech of patients with cancer of the vocal folds. Part II: Judgments of age and voice quality. *J. Acoust. Soc. Amer.* 49, 1971, 1283 - 1287.
145. LAGUAITE, J. & WALDROP, W.F. Acoustic analysis of fundamental frequency of voices before and after therapy. *Folia phoniat.* 16, 1964, 183 - 192.



146. LADEFOGED, P. & MC KINNEY, N.P. Loudness, sound pressure and subglottal pressure in speech. *J. Acoust. Soc. Amer.* 35, 1963, 454 - 460.
147. LANE, H. & TRANEL, B. The Lombard sign and the role of hearing in speech. *J. Speech Hear. Res.* 14, 1971, 677 - 709.
148. LA RIVIERE, C. Contributions of fundamental frequency and formant frequencies to speaker identification. *Phonetica* 31, 1975, 185 - 197.
149. LARNERT, B. & KITZING, P. Logopedbehandling av hörselskadade barn. Referat av sektionens föredrag i Svensk otolaryngologisk förening, Svenska läkarsällskapet's sektion för otorhinolaryngologi, redaktör Tomas Gejrot, 1:1, 1977, 9 - 10.
150. LARSSON, B. Pitch tracking in music signals. *STL-QPSR* 4, 1977, 1 - 8.
151. LECLUSE, F. Elektroglottografie. Acad. thesis. Fac. Geneeskunde, Erasmus Universiteit, Rotterdam. Utrecht, 1977.
152. LERMAN, J.W. & DAMSTÉ, P.H. Voice pitch of homosexuals. *Folia phoniat.* 21, 1969, 340 - 346.
153. LEVITT, H. & RABINER, L.R. Analysis of fundamental frequency contours in speech. *J. Acoust. Soc. Amer.* 49, 1971, 569 - 582.
154. LICHTÉ, W.H. & GRAY, R.F. The influence of overtone structure on the pitch of complex tones. *J. Exp. Psychol.* 49, 1955, 431 - 436.
155. LIEBERMAN, P. Perturbations in vocal pitch. *J. Acoust. Soc. Amer.* 33, 1961, 597 - 603.
156. LIEBERMAN, P. & MICHAELS, S.B. Some aspects of fundamental frequency and envelope amplitude as related to the emotional content of speech. *J. Acoust. Soc. Amer.* 34, 1962, 922 - 927.
157. LIEBERMAN, P. Some acoustic measures of the fundamental periodicity of normal and pathologic larynges. *J. Acoust. Soc. Amer.* 35, 1963, 344 - 353.
158. LIEBERMAN, P. Intonation, perception and language. Research monograph no 38, the MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1967.
159. LINDNER, G. Die Tonhöhenbewegungen in der Sprechweise gehörloser Schulkinder der letzten Grundschuljahre. *Wiss. Z. der Humboldt- Univ. zu Berlin* 5, 1955/56, 259 - 269.
160. LINDQVIST, J. Studies of the voice source by means of inverse filtering. *STL-QPSR* 2, 1965, 8 - 13.
161. LINDQVIST, J. The voice source studied by means of inverse filtering. *STL-QPSR* 1, 1970, 3 - 9.
162. LINKE, C.E. A study of pitch characteristics of female voices and their relationship to vocal effectiveness. *Folia phoniat.* 25, 1973, 173 - 185.

163. LOEBELL, H. Experimentelle Untersuchungen der Befehlstimme. Der Hals-, Nasen- und Ohrenarzt 27, 1936, 388 - 405.
164. LUCHSINGER, R. & BRUNNER, R. Experimentell-phonetische Untersuchungen der Sprache und Sprachstörungen der Epileptiker. Folia phoniat. 2, 1950, 79 - 98.
165. LUCHSINGER, R. Über die Bedeutung der synchronen Registrierung der Sprachmelodie und des dynamischen Akzentes für die Sprachpathologie - Beschreibung eines Sprachspektrometers. Folia phoniat. 10, 1958, 84 - 96.
166. LUCHSINGER, R. & DUBOIS, C. Ein Vergleich der Sprachmelodie- und Lautstärkekurve bei Normalen, Gehirnkranken und Stotterern. Folia phoniat. 15, 1963, 21 - 41.
167. LUKATELA, G. Pitch determination by adaptive autocorrelation method. Status Report on Speech Research SR-33, 1973, 185 - 193.
168. LUNGFIEL, E. Stimmstörungen bei Kindergärtnerinnen. Arch. Ohren-, Nasen- und Kehlkopfheilkunde 169, 1956, 561 - 564.
169. MAISSIS, A.H. Une méthode d'extraction du fondamental. L'Onde Electrique 53, 1973, 110 - 112.
170. MAJEWSKI, W. HOLLIEN, H., ZALEWSKI, J. Speaking fundamental frequency of Polish adult males. Phonetica 25, 1972, 119 - 125.
171. MALLARD, A.R. Sensory contributions to control of fundamental frequency of phonation. Folia phoniat. 30, 1978, 199 - 213.
172. MARKEL, J.D. & GRAY, A.H. On autocorrelation equations as applied to speech analysis. IEEE Transactions on Audio and Electroacoustics AU-21, nr 2, 1973a, 69 - 79.
173. MARKEL, J.D. Application of a digital inverse filter for automatic formant and  $F_0$  analysis. IEEE Transactions on Audio and Electroacoustics, AU-21, 1973b, 154 - 160.
174. MÁRTONY, J. Röstlägekorrektur. Nord. Tidskr. för Dövundervisningen nr 3, 1966, 102 - 106.
175. MÁRTONY, J. On the correction of the voice pitch level for severely hard of hearing subjects. Am. Ann. of the Deaf 113, 1968, 195 - 202.
176. MÁRTONY, J. Om grundtonsfrekvens hos döva. Intern rapport. Stencil 29 sid. Institutionen för talöverföring. Kungl Tekn Högskolan, Stockholm, 1971.
177. MC GLONE, R. & HOLLIEN, H. Vocal pitch characteristics of aged women. J. Speech Hear. Res. 6, 1963, 164 - 170.
178. MC GLONE, R.E. Vocal pitch characteristics of children aged one to two years. Speech Monogr. 33, 1966, 178 - 181.
179. MC GLONE, R.E. & MC GLONE, J. Speaking fundamental frequency of eight-year-old girls. Folia phoniat. 24, 1972, 313 - 317.

180. MC KINNEY, N.P. Laryngeal frequency analysis for linguistic research. Communication Sciences Lab., University of Michigan, Ann Arbor, Rept. 14, Sept. 1965. Cit. från Schroeder, 1970.
181. MEO, A.R. & RIGHINI, G. A new technique for analyzing speech by computer. *Acustica* 25, 1971, 261 - 268.
182. METFESSEL, M. Technique for objective studies of the vocal art. *Psychol. Monogr.* XXXVI, 1926, nr 1, 1 - 40. Cit från Fairbanks, G. & Pronovost, W., 1939.
183. MEYER, E.A. Ein neues Verfahren zur graphischen Bestimmung des musikalischen Akzents. *Med.-pädagog. Monatsschrift für die gesamte Sprachheilkunde*, 1911. Cit. från Hadding-Koch, 1961.
184. MICHEL, J.F. & CARNEY, R.J. Pitch characteristics of mongoloid boys. *J. Speech Hear. Dis.* 29, 1964, 121 - 125.
185. MICHEL, J.F., HOLLIEN, H., MOORE, P. Speaking fundamental frequency characteristics of 15, 16 and 17 year-old girls. *Language and speech* 9, 1966, 46 - 51.
186. MICHEL, J.F. & HOLLIEN, H. Perceptual differentiation of vocal fry and harshness. *J. Speech Hear. Res.* 11, 1968a, 439 - 443.
187. MICHEL, J.F. Fundamental frequency investigation of vocal fry and harshness. *J. Speech Hear. Res.* 11, 1968b, 590 - 594.
188. MIKHEEV, Y.V. Statistical distribution of the periods of the fundamental tone of Russian speech. *Soviet Physics-Acoustics* 16, 1971, 474 - 477.
189. MILLER, R.L. Nature of the vocal cord wave. *J. Acoust. Soc. Amer.* 31, 1959, 667 - 677.
190. MILLER, R.L. Pitch determination by measurement of harmonics. *J. Acoust. Soc. Amer.* 44, 1968, 390.
191. MILLER, R.L. Performance characteristics of an experimental harmonic identification pitch extraction (HIPEX) system. *J. Acoust. Soc. Amer.* 47, 1970, 1593 - 1601.
192. MILNER, P. Advantages of experienced listeners in intelligibility testing. *IEEE Transactions on Audio and Electroacoustics* AU-21, 1973, 161 - 165.
193. MOORE, P. & VON LEDEN, H. Dynamic variations of the vibratory pattern in the normal larynx. *Folia phoniat.* 10, 1958, 205 - 238.
194. MOORE, J.C. & HOLBROOK, A. The operant manipulation of vocal pitch in normal speakers. *J. Speech Hear. Res.* 14, 1971, 283 - 289.
195. MORGON, A., LAFON, J.-C., PRELOT, J.-P. Le contrôle audio-phonatoire. *Folia phoniat.* 16, 1964, 193 - 200.
196. MOSER, M. & KITTEL, G. Rechnergestützte Tonhöhenbestimmung. Nicht veröffentlichtes Vortragsmanuskript, Tagung der deutschsprachigen Vereinigungen für Phoniatrie und Logopädie, Basel 28. Mai 1976.

197. MUELLER, P.B. Comment on "Spectrographic analysis of fundamental frequency and hoarseness before and after vocal rehabilitation" by Morton Cooper. *J. Speech Hear. Dis.* 40, 1975, 278 - 279.
198. MURRY, T. Some acoustic features of hoarseness. *J. Acoust. Soc. Amer.* 58, suppl 1, 1975, 111.
199. MYSAK, E.D. Pitch and duration characteristics of older males. *J. Speech Hear. Res.* 2, 1959, 46 - 54.
200. NAIDR, J., ZBOŘIL, M., ŠEVČÍK, K. Die pubertalen Veränderungen der Stimme bei Jungen im Verlauf von 5 Jahren. *Folia phoniat.* 17, 1965, 1 - 18.
201. NEELLEY, J.N. EDSON, S.K., CARLILE, L. Speaking voice fundamental frequency of mentally retarded adults and normal adults. *Amer. J. Ment. Defic.* 72, 1968, 944 - 947.
202. NEIL, W.F., WECHSLER, E., ROBINSON, J.M.P. Electrolaryngography in laryngeal disorders. *Clinical Otolaryngology* 2, 1977, 33 - 40.
203. NOLL, A.M. Short-time spectrum and "cepstrum" techniques for vocal-pitch detection. *J. Acoust. Soc. Amer.* 36, 1964, 296 - 302.
204. NOLL, A.M. Cepstrum pitch determination. *J. Acoust. Soc. Amer.* 41, 1967, 293 - 309.
205. NOLL, A.M. Clipstrum pitch determination. *J. Acoust. Soc. Amer.* 44, 1968, 1585 - 1591.
206. OBATA, J. & KOBAYASHI, R. A direct-reading pitch recorder and its applications to music and speech. *J. Acoust. Soc. Amer.* 9, 1937, 156 - 161.
207. OBATA, J. & KOBAYASHI, R. An apparatus for direct-recording the pitch and intensity of sound. *J. Acoust. Soc. Amer.* 10, 1938, 147 - 149.
208. OPPENHEIM, A.V. Speech spectrograms using the fast Fourier transform. *IEEE Spectrum* 8, 1970, 57 - 62.
209. OSTWALD, P.F. The sounds of emotional disturbance. *Arch. Gen. Psychiat.* 5, 1961, 587 - 592.
210. PANCONCELLI-CALZIA, G. Die Bedingtheit des Lombardschen Versuches in der Stimm- und Sprachheilkunde. *Acta Oto-Laryngol.* 45, 1955, 244 - 251.
211. PEACHER, G. Contact ulcer of the larynx. Part IV. A clinical study of vocal re-education. *J. Speech Hear. Dis.* 12, 1947, 179 - 190.
212. PEDREY, C.P. A study of voice change in boys between the ages of eleven and sixteen. *Speech Monogr.* 12, 1945, 30 - 36.
213. PERELLÓ, J. Disphonies fonctionelles. *Folia phoniat.* 14, 1962, 150 - 205.

214. PERKINS, W.H. & YANAGIHARA, N. Parameters of voice production: I Some mechanisms for the regulation of pitch. *J. Speech Hear. Res.* 11, 1968, 246 - 267.
215. PISANI, R.U. A melody detector. *Acustica* 25, 1971, 179 - 182.
216. PLANT, G.R.G. The Plant - Mandy voice trainer. *The Teacher of the Deaf.* 58, 1960, 12 - 15.
217. POPPER, K.R. Conjectures and refutations. The growth of scientific knowledge. Routledge and Kegan Paul Ltd., London, 1963.
218. POTTER, R.K., KOPP, G.A. GREEN, H.C. Visible speech. New York, 1947. Cit. från Hadding, 1961.
219. PRONOVOST, W. An experimental study of methods for determining natural and habitual pitch. *Speech Monogr.* 9, 1942, 111 - 123.
220. PTACEK, P.H. & SANDER, E.K. Phonatory and related changes with advanced age. *J. Speech Hear. Res.* 9, 1966 a, 354 - 360.
221. PTACEK, P.H. & SANDER, E.K. Age recognition from voice. *J. Speech Hear. Res.* 9, 1966 b, 273 - 277.
222. RAPPAPORT, W. "Über Messungen der Tonhöhenverteilung in der deutschen Sprache. *Acustica* 8, 1958, 220 - 225.
223. REINSCH, M. & GOBSCH, H. Zur quantitativen Auswertung elektroglottographischer Kurven bei Normalpersonen. *Folia phoniat.* 24, 1972, 1 - 6.
224. RINGEL, R.L. & KLUPPEL, D.D. Neonatal crying: A normative study. *Folia phoniat.* 16, 1964, 1 - 9.
225. RISBERG, A. Statistical studies of fundamental frequency range and rate of change. *STL-QPSR* 4, 1961, 7 - 8.
226. RISBERG, A. Talanalys och talträning. *Nordisk Tidskrift för Dövundervisningen* 68, 1966, 57 - 69.
227. ROTHENBERG, M. The glottal volume velocity waveform during loose and tight voiced glottal adjustments. *Proc. VIIth International Congress Phon. Sc.*, Ed. A. Rigault, Mouton, 1972, 380 - 388.
228. ROUSSELOT, P.-J. Principes de phonétique expérimentale. Tome I: 1897 - 1901, Tome II: 1901 - 1908, (Paris & Leipzig).
229. SAITO, S & KATO, K. Statistical properties of the fundamental frequencies on Japanese speech voices. *J. Acoust. Soc. Jap.* 14, 1958, 111 - 116.
230. SAXMAN, J.H. & BURK, K.W. Speaking fundamental frequency characteristics of middle-aged females. *Folia phoniat.* 19, 1967, 167 - 172.
231. SAXMAN, J.H. & BURK, K.W. Speaking fundamental frequency and rate characteristics of adult female schizophrenics. *J. Speech Hear. Res.* 11, 1968, 194 - 203.

232. SCHILLING, A. & VON GÜLER, D. Zur Frage der Monotonie-Untersuchung beim Stottern. *Folia phoniatic.* 13, 1961, 202 - 218.
233. SCHILLING, A. & KARTHAUS, K. Entwicklungsbeschleunigung und Stimmwechsel. *HNO* 9, 1961, 271 - 275.
234. SCHOUTEN, J.F. Die Tonhöhenempfindung. *Philips' Technische Rundschau* 5, 1940, 294 - 302.
235. SCHROEDER, M.R. Vocoders: Analysis and synthesis of speech. *Proceedings of the IEEE* 54, 1966, 720 - 734.
236. SCHROEDER, M.R. Period histogram and product spectrum: New methods for fundamental-frequency measurement. *J. Acoust. Soc. Amer.* 43, 1968, 829 - 834.
237. SCHROEDER, M.R. Parameter estimation in speech: a lesson in unorthodoxy. *Proceedings of the IEEE* 58, 1970, 707 - 712.
238. SCHUCKER, B. & JACOBS, D.R. Assessment of behavioral risk for coronary disease by voice characteristics. *Psychosomatic Medicine* 39, 1977, 219 - 228.
239. SCHULTZ-COULON, H.-J. & ARNDT, H.J. Tonhöhenschreibung in der phoniatischen Praxis. *Folia phoniatic.* 24, 1972, 241 - 258.
240. SCHULTZ-COULON, H.-J. Grundtonanalyse - ein Beitrag zur objektiven Beurteilung der Sprech- und Singstimme. *HNO* 23, 1975, 218 - 225.
241. SCHULTZ-COULON, H.-J. & FUES, C.-P. Der Lombard-Reflex als Stimmfunktionsprüfung. *HNO* 24, 1976 a, 200 - 204.
242. SCHULTZ-COULON, H.-J. Zur Bedeutung der kinästhetisch-reflektorischen Phonationskontrolle für die Genauigkeit der Stimme. *Folia phoniatic.* 28, 1976 b, 335 - 348.
243. SEDLÁČEK, K. & SYCHRA, A. Die Melodie als Faktor des emotionalen Ausdrucks. *Folia phoniatic.* 15, 1963, 89 - 98.
244. SEIFERT, U.M. & ZEHMISCH, H. *Z. Militärmed.* 7, 1966, 210 - 215, cit. fr. Gundermann et al 1966.
245. SHIPP, T. & HUNTINGTON, D.A. Some acoustic and perceptual factors in acute-laryngitic hoarseness. *J. Speech Hear. Dis.* 30, 1965, 350 - 359.
246. SHIPP, T. & HOLLIEN, H. Perception of the aging male voice. *J. Speech Hear. Res.* 12, 1969, 703 - 710.
247. SHIPP, R. & MC GLONE, R.E. Laryngeal dynamics associated with voice frequency change. *J. Speech Hear. Res.* 14, 1971, 761 - 768.
248. SHIPP, T. & HOLLIEN, H. Speech frequency and duration measures as a function of chronologic age. *J. Acoust. Soc. Amer.* 51, 1972, 111, (Sammanfattning av Hollien, 1972 a).
249. SMITH, S. Om tonehøjde og maaling af denne. *Nordisk tidsskrift for Tale og Stemme* 15, 1955, 57 - 69.

250. SMITH, S. & THYME, K. Accentmetoden. Special-paedagogisk forlag, Herning, 1978.
251. SNIDECOR, J.C. A comparative study of the pitch and duration characteristics of impromptu speaking and oral reading. Speech Monogr. 10, 1943, 50 - 56.
252. SNIDECOR, J.C. The pitch and duration characteristics of superior female speakers during oral reading. J. Speech Hear. Dis. 16, 1951, 44 - 52.
253. SNOW, T.B. & HUGHES, G.W. Fundamental frequency estimation by harmonic identification. J. Acoust. Soc. Amer. 45, 1969, 316 (A).
254. SONDHI, M.M. New methods of pitch extraction. IEEE Transactions on Audio and Electroacoustics 16, 1968, 262 - 266.
255. SONESSON, B. On the anatomy and vibratory pattern of the human vocal folds. Acta Oto-Laryngol. suppl. 156, Lund, 1960.
256. SORON, H.I. High-speed photography in speech research. J. Speech Hear. Res. 10, 1967, 768 - 776.
257. STEFFEN-BATÓG, M., JASSEM, W., GRUSZKA-KOŚCIELAK, H. Statistical distribution of short-term  $F_0$  values as a personal voice characteristic. Speech Analysis and Synthesis, 2, 1970, 195 - 206.
258. STEVENS, S.S. & DAVIS, H. Hearing. New York: John Wiley and Sons Inc., 1938, 100 sidor, cit. fr. Bowler, 1964.
259. STONE, R.E. & SHARF, D.J. Vocal change associated with the use of atypical pitch and intensity levels. Folia phoniat. 25, 1973, 91 - 103.
260. SUGIMOTO, T. & HIKI, S. Extraction of the pitch of the voice from the vibration of the outer skin of the trachea. J. Acoust. Soc., Japan, 16, 1960, 291 - 293.
261. SUGIMOTO, T. & HIKI, S. On the extraction of the pitch signal using the body wall vibration at the throat of the talker. Proceedings of the Speech Communication Seminar 1, Stockholm 1963, 1 - 7.
262. SUNDBERG, J. & TJERNLUND, P. Real time notation of performed melodies by means of a computer. Paper 21 S 6 in the Congress Volume of the 7th ICA, Budapest, 1971, 653 - 656.
263. TAKEFUTA, Y., JANCOSEK, E., BRUNT, M. A statistical analysis of melody curves in the intonation of American English. Proc. 7th Int. Congr. Phonet. Sci., Montreal, 1971, 1035 - 1039.
264. TIMCKE, R., VON LEDEN, H., MOORE, P. Laryngeal vibrations: Measurements of the glottic wave. Part I: The normal vibratory cycle. Arch. Otolaryng. 68, 1958, 1 - 19.
265. TIMCKE, R., VON LEDEN, H., MOORE, P. Laryngeal vibrations: Measurements of the glottic wave. Part II: Physiologic variations. Arch. Otolaryng. 69, 1959, 438 - 444.

266. TITZE, I.R. The human vocal cords: a mathematical model.  
Part I: *Phonetica* 28, 1973, 129 - 170.  
Part II: *Phonetica* 29, 1974, 1 - 21.
267. TJERNLUND, P. A pitch extractor with larynx pick-up. *STL-QPSR* 3, 1964, 32 - 34.
268. TROJAN, F., WINCKEL, F. Elektroakustische Untersuchungen zur Ausdrucksstheorie der Sprechstimme. *Folia phoniat.* 9, 1957, 168 - 182.
269. AF UGGLAS, Y., HELLSTRÖM, E. Metod för jämförande av grundtonsfrekvens hos kvinnor med funktionella röstrubbningar och kvinnor med normala röster. Examensarbete i logopedi, Foniatriska avd., Sabbatsbergs sjukhus, stencil, 1968.
270. VALLANCIEN, B. & FAULHABER, B. et J. Causes d'erreurs en glottographie. *J.F. d'ORL* 15, 1966, 383 - 394,
271. WECHSLER, E. A laryngographic study of voice disorders. *Brit. J. Dis. Com.* 12, 1977, 9 - 22.
272. WEINBERG, B., ZLATIN, M. Speaking fundamental frequency characteristics of five- and six-year-old children with mongolism. *J. Speech Hear. Res.* 13, 1970, 418 - 425.
273. WEINBERG, B., DEXTER, R., HORII, Y. Selected speech and fundamental frequency characteristics of patients with acromegaly. *J. Speech Hear. Dis.* 40, 1975, 253 - 259.
274. WEISS, D. The pubertal change of the human voice. *Folia phoniat.* 2, 1950, 126 - 159.
275. WEISS, D. Logopedic observation in a mental hospital. *Folia phoniat.* 16, 1964, 130 - 138.
276. WENDAHL, R.W. Laryngeal analog synthesis of harsh voice quality. *Folia phoniat.* 15, 1963a, 241 - 250.
277. WENDAHL, R.W., MOORE, G.P., HOLLIEN, H. Comments on vocal fry. *Folia phoniat.* 15, 1963b, 251 - 255.
278. WENDAHL, R.W. Some parameters of auditory roughness. *Folia phoniat.* 18, 1966 a, 26 - 32.
279. WENDAHL, R.W. Laryngeal analog synthesis of jitter and shimmer auditory parameters of harshness. *Folia phoniat.* 18, 1966 b, 98 - 108.
280. WESTERLUND, M. Grundtonsfrekvensen i tal hos en fyraårig flicka. Umeå universitet, Avd för fonetik, uppsats nr 4, stencil, 1972.
281. WIGHTMAN, F. & GREEN, D.M. The perception of pitch. *American scientist* 62, 1974, 208 - 215.
282. WILLIAMS, C.E. & STEVENS K.N. On determining the emotional state of pilots during flight: An exploratory study. *Aerospace Medicine* 40, 1969, 1369 - 1372.



283. WILLIAMS, C.E. & STEVENS, K.N. Emotions and speech: Some acoustical correlates. *J. Acoust. Soc. Amer.* 52, 1972, 1238 - 1250.
284. WINCKEL, F. Elektroakustische Untersuchungen an der menschlichen Stimme. *Folia phoniatic.* 4, 1952, 93 - 113.
285. WINCKEL, F. Die psychoakustische Bewertung des Spektrums. *Folia phoniatic.* 12, 1960, 129 - 136.
286. WINCKEL, F. Tonhöhen-Extraktor zur Messung und Steuerung von Stimme und Sprache. *Arch. Ohren-, Nasen- und Kehlkopfheilkunde* 182, 1963, 651 - 655.
287. WINCKEL, F. & KRAUSE, M. Ermittlung von Spracheigenschaften aus statistischen Verteilungen von Amplitude und Tonhöhe. *Proc. 5th Int. Congr. Acoust., Liège*, 1965.
288. WINCKEL, F. Darstellung des Sprechverhaltens als statistische Tonhöhen- und Formantverteilung mittels Langzeitanalyse. *Proc. Phon.* 6, 1967, 1031 - 1035.
289. WINCKEL, F. Acoustical cues in the voice for detecting laryngeal diseases and individual behaviour. *Ventilatory and Phonatory control systems*, ed. Barry Wyke, Oxford Medical Publications, N. York, Toronto, 1974.
290. VUORENKOSKI, V., TJERNLUND, P., PERHEENTUPA, J. Auditory perception of voice qualities and speaking fundamental frequency in mulibrey-nanism and in some other children with growth failure. *STL-QPSR* 2-3, 1972, 64 - 74.
291. YANAGIHARA, N. & KOIKE, Y. The regulation of sustained phonation. *Folia phoniatic.* 19, 1967, 1 - 18.
292. ZEMLIN, W.R. *Speech and hearing science. Anatomy and physiology.* Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1968.
293. ZWIRNER, E. Probleme der Sprachmelodie. *Z. Phonetik* 6, 1952, 1 - 12.
- Tillägg efter manuskriptets färdigställande:
294. DOLANSKY, L., & TJERNLUND, P. On certain irregularities of voiced-speech waveforms, *IEEE Transactions on Audio and Electroacoustics*, AU-16, 1968, 51 - 56.
295. VUORENKOSKI, V., LENKO, H.L., TJERNLUND, P., VUORENKOSKI, L., PERHEENTUPA, J. Fundamental voice frequency during normal and abnormal growth, and after androgen treatment. *Arch. Dis. Childhood* 53, 1978, 201 - 209.

Standardtext för uppläsning.

Nordanvinden och solen tvistade en gång om vem av dem som var starkast. Just då kom en vandrare vägen fram insvept i en varm kappa. De kom då överens om att den var starkast som först kunde få vandraren att ta av sig kappan. Först blåste nordanvinden så hårt han någonsin kunde, men ju hårdare han blåste, desto tätare svepte vandraren kappan om sig, och till sist gav nordanvinden upp försöket. Då lät solen sina strålar skinä, och genast tog vandraren av sig kappan, och så var nordanvinden tvungen att medge, att solen var den starkaste av de två.

Resultatblad för auditiv bedömning  
av tonläge och intonationsomfång.

App. 8.1.

Datum för bedömningen: . . . . . Bedömningen startade kl.: . . . . .

Bedömningen slutade kl.: . . . . .

Bedömarens namn: . . . . .

Bedömarens erfarenhet av röstterapi: . . . . . år

Bedömarens musikaliska utbildning (konstsång och/eller instrument): . . . år

Inspelning nr	Revox räkneverk	Medeltonläge Hz	Intonation	Röstkvalitet	Kolumn för statistisk bearbetning
			1 = mkt monoton 2 = monoton 3 = utan vid. anm. 4 = livlig 5 = mkt livlig	1 = dysfoni 2 = röst u v a 3 = välklingande	
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

Anvisningar

1. Läs genom resultatbladet i dess helhet och fyll i dess huvud.
2. Lysna genom hela testbandet på komfortabel ljudnivå som Du själv får välja. Backa sedan tillbaka till start och kontrollera nollställning och funktion i Revox räkneverk.
3. Träna första bedömningen (inspelning nr 0) och gör Dig förtrogen med tekniska detaljer såsom variation och indikering av referensfrekvenser. Fråga vad som är oklart!
4. Genomför nu ensam resterande bedömningar en och en i Din egen takt. Det är tillåtet att repetera (returspola) inom den för tillfället bedömda inspelningen. Efter avslutad bedömning skall resultatet protokollföras och får sedan icke mera ändras. Det är inte tillåtet att lysna till annan inspelning än den man för tillfället bedömer.

Och så bar det i väg hem mot Lönneberga igen. Emil satt i baksätet så förnöjd, med femöringen i näven och sin "mysse" på huvudet och tittade på alla barn och hundar och hästar och kor och grisar som de for förbi. Hade nu Emil varit en vanlig unge, så hade det inte hänt något mer den här dagen. Men Emil var ingen vanlig unge, gissa vad han gjorde? Bäst han satt där stoppade han femöringen i munnen, och just som de for förbi grisastället hördes från baksätet ett litet plopp. Det var när Emil svalde femöringen.

"Oj", sa Emil, "vad det gick hastigt!"

Nu blev det ny jämmer på Emils mamma.

"Kära hjärtanes, hur ska vi få ut femöringen ur pojken? Vi får fara tillbaka till doktorn."

"Jo, du kan räkna ut det fint", sa Emils pappa. "Ska vi betala doktorn fem kronor för att få tillbaka en femöring? Vad hade du för betyg i räkning, när du gick i skolan?"

Emil tog saken lugnt. Han klappade sig på magen och sa: "Jag kan vara min egen spargris alldeles själv och ha femöringen i magen lika bra som i spargrisen där hemma. För där kan man inte heller få ut någonting. Jag har försökt med en kökskniv, så jag vet det." Men Emils mamma gav sig inte. Hon ville tillbaka till doktorn med Emil.

"Jag sa ingenting den där gången, när han åt opp alla byxknapparna", påminde hon Emils pappa. "Men en femöring är mera hårdsmält, det kan gå illa tro mej!" Och hon lyckades skrämma upp Emils pappa så pass att han vände hästen och for tillbaka till Marianne Lund. För Emils pappa var minsann också rädd om sin pojke. De kom inspringande till doktorn med andan i halsen.

"Har ni glömt nånting", frågade doktorn.

"Nä det är bara Emil som har ätit upp en femöring", sa Emils pappa. "Så att om doktorn ville ta och operera honom lite ... för fyra kronor eller så ... femöringen går det också an te få behålla."

Men då ryckte Emil sin pappa i rocken och viskade: "Försök inte! Det är min femöring!"

Och doktorn tänkte visst inte ta någon femöring från Emil. Det behövdes ingen operation, sa han. Femöringen skulle nog komma tillrätta ändå om ett par dagar.

"Men du kan ta och äta fem stycken vetebullar", sa doktorn, "så att femöringen får lite sällskap och inte river dej i magen."

Det var en välsignad doktor, inget betalt tog han nu heller. Emils pappa var belåten så att det sken om det, när han stod ute på gatan igen med Emil och Emils mamma.

Jag stirrade in i det mörka hålet. Hur många sovande drakar fanns där månntro? Hela grottan var väl intet annat än ett gammalt dött drakbo?

Vi kröp in, och det var som att krypa in i en ond, svart dröm. Jag tyckte luften kändes tjock av gammalt intorkat ont.

Hu, det var hemskt! Jag var så rädd, att vi skulle gå vilse, men Jonatan gjorde svarta rökmärken med facklan på grottväggarna, så att vi skulle hitta vägen tillbaka.

Vandring, sa Jonatan, men vandrade gjorde vi inte mycket. Vi kröp och krälade och klättrade och simmade och hoppade och klängde och slet och trälade och for illa, det var vad vi gjorde. Vilken vandring! Och vilka grottor! Ibland kom vi till grottsalar så stora att vi inte såg något slut på dom, bara av ekot kunde vi förstå vilka väldiga rum det var. Ibland skulle vi fram där man inte ens kunde gå rak utan fick kräla på sin buk som en annan drake, ibland spärrades vägen av underjordiska strömmar, där vi måste simma för att komma över. Och värre än allt annat - ibland öppnade sej gapande avgrunder framför våra fötter. En sådan avgrund var jag nära att ramla ner i. Jag bar facklan just då, och så snavade jag, Jonatan högg tag i mej just när jag skulle fara ner i djupet. Och då råkade jag tappa facklan. Vi såg den falla som en strimma av eld, djupare och djupare och djupare, och till sist försvinna. Och så var vi i mörkret. Det yttersta och värsta av alla mörker i världen. Jag vågade inte röra mej och inte tala och inte tänka, jag försökte glömma bort att jag fanns och att jag stod där i svarta mörkret alldeles invid en avgrund. Men jag hörde Jonatans röst bredvid mej. Han fick eld till sist på den andra facklan vi hade med oss. Och under tiden talade han med mej, talade och talade alldeles lugnt. Det var väl för att jag inte skulle förgås av skräck, kan jag tro. Och så trälade vi vidare. Hur länge, det vet jag inte. I grottans djup visste man inte av någon tid. Det kändes som om vi hade irrat där i evighet, och jag började bli rädd att vi inte skulle hinna fram förrän det var för sent. Kanske var det redan kväll, kanske hade mörkret redan fallit där ute. Nu hade vi kommit in i en smal, slingrande gång som aldrig ville ta slut och som bara blev smalare och trängre undan för undan. Den krympte både på höjden och bredden, tills man knappt kunde pressa sej fram längre, och till slut blev den bara ett hål, där man måste krypa för att komma igenom.

Ur Astrid Lindgren, Bröderna Lejonhjärta.

## Sjunde pratan

- A den är av  
 B av?  
 A ja biljetten är av  
 B det förstår jag inte  
 A ser ni inte en del av biljetten är borta finns inte mer är väck och försvunnen  
 B ja vad gör det?  
 A jag kan bara ta emot hela biljetter  
 B jamen den är ju inte använd  
 A tror ni att ni skulle få åka på den om den var använd?  
 B det förstår ni väl att jag inte menar  
 A det låter så på er  
 B jag menar bara att biten som fattas följde med den förra biljetten  
 A ni skulle ha sett till att den inte följde med  
 B det var ju ett misstag  
 A det får ni stå för själv inte jag  
 B jamen jag sa ju till konduktören titta nu följde en bit med det gör ingenting sa han  
 A vad han säger får han stå för  
 B gäller inte samma regler på alla bussar då?  
 A jag får bara ta emot hela biljetter  
 B hur kan andra konduktörer ta emot dem då?  
 A det är en sak mellan er och spårvägsbolaget  
 B gud sånt knas  
 A jag har mina instruktioner  
 B vilket jävla översitteri  
 A att jag följer förordningarna?  
 B hade ni bara en skitliten bit god vilja skulle ni inte hålla på och fåna er så här  
 A skall ni med eller inte?  
 B är den medfödd snorkigheten eller har ni tränat länge på den?  
 A Hit med en ny biljett eller så åker ni av  
 B ni borde förbannade mig börja i första förberedande för vanligt folkvett  
 A nu blir jag snart förbannad  
 B men jag skall förstås vara glad som en lärka över att ni jävlas med mig  
 A jag tar inte emot oförskämdheter av er  
 B men jag skall buga och ta emot jag  
 A nu åker ni ur!  
 B varför river ni inte biljetten istället för att föra oväsen?  
 A vilken biljett?  
 B den ligger ju mitt framför ögonen på er  
 skall man behöva stoppa den mitt i käften på er ni är ju blind som en sågbock  
 A nu håller ni käften  
 B tänk att ni kan ju riva  
 A jag har mina reglementen  
 B fy fan sån demokrati

Inspelningsprotokoll

Namn, personnr.:

Bandnr

Inspelning nr	tid		rökt antal cigar	Röstanssträngn. ingen = 1 föga = 2 en del = 3 mycket = 4 betydande = 5	lleshet 1 2 3 4 5	Hösttrötthet 1 2 3 4 5	
	dat	klockan					
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

Inspelning i lekhall

--	--	--	--	--	--	--	--

Inspelning på TVA

½ t white noise							
Nv 1							
Nv 2							

## GLOTTOGRAFISK FREKVENSDIPIKERING

En undersökningsmetod för mätning av  
röstläge och röstomfång samt framställning  
av röstfrekvensdistributionen.

Akademisk avhandling som med vederbörligt tillstånd av  
Medicinska Fakulteten vid Universitetet i Lund för avläggande  
av medicine doktorsexamen kommer att offentligen försvaras  
i Universitetsklinikernas aula, Allmänna Sjukhuset i Malmö,  
fredagen den 16 mars kl. 10.00

av

Peter Kitziing  
Med. lic. Mlm



Dokumentutgivare  
Lunds University, ENT-Clinic, Malmö  
Hendläggare

Dokumentnamn  
DISSERTATION  
Utgivningsdatum  
FEB 1979

Dokumentbeteckning  
LUMEDW/(MERM-1001)1979  
Ärendebeteckning

Författare  
Kitzing, Peter

Dokumenttitel och undertitel

GLOTTOGRAFISK FREKVENSDIAGNOS (GFI). - En undersökningsmetod för mätning av röstläge och röstomfång samt framställning av röstfrekvensdistributionen.

Referat (sammandrag)

Glottographic frequency indicator. - A device for registration of the mean, range and distribution of voice fundamental frequency.  
Report of a method - Glottographical Frequency Indication (GFI) - for on line registration of the mean, range and distribution of the voice fundamental frequency in continuous speech. The phonatory periods are detected electroglottographically and processed in a microcomputer (Intel 8080). The method is primarily intended for clinical investigations of phoniatric patients and for judging the effect of logopedic and laryngological therapy. Previous methods for determining the voice fundamental in speech are reviewed and problems in determining voice pitch are discussed. There is not always good correspondence between the vocal vibratory periods and the sensation of voice pitch. In the present method, period data irrelevant for pitch sensation are not allowed to influence the results of the frequency analysis. GFI-measurements and auditory judgements of voice pitch were shown to be highly correlated, whereas the voice range could be reliably determined only by means of measurements. Voice fundamental frequency data are given for 192 normal speakers and for 244 patients with voice disorders before and after different kinds of therapy. The influence of various external variables on voice fundamental frequency is reported. There were no differences of voice pitch between reading prose aloud and speaking freely, nor did the emotional character of a read text have any major influence on the voice fundamental frequency. By getting subjects to play a part in an aggressive dialogue the voice pitch was significantly raised and the range increased in comparison with reading neutral prose. After a series of field studies of occupational voice strain in places of work, 52 patients with disorders of voice function were subjected to a loading test where they had to compete with white noise. After reading aloud for 15 to 30 minutes very significant differences appeared before logopedic therapy as compared with after. A further development of the method is suggested to provide an objective measure of vocal condition in cases of suspected disorders of voice function in analogy with other work tests used in clinical physiology.

Referat skrivet av

Författaren

Klassifikationssystem och -klass(er)

Medicin: Foniatri

Indextermer (sege källa) Vocal cords; Speech; Voice; Speech Disorders; Voice training; Hoarseness; Laryngeal diseases; Laryngeal neoplasms; Larynx; Schools, Nursery; Noise; Smoking; Affect; Androgens; Computers, Digital.  
Medical subjects heading 1977, Index Medicus 18:1, part 2. Jan 1977.

Omfang Ovriga bibliografiska uppgifter  
182 s. MAS-Tryckeri/Litos Reprotryck  
Språk Malmö 1979

Svenska

Sekretessuppgifter

ISSN

ISBN

Dokumentet kan erhållas från

Mottagarans uppgifter

Talvårdsavd. Öronkliniken

Allm. Sjukhuset

S-214 01 MALMÖ/Sweden

Pris