



LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

Arvid Lund
Rikard Olajos
Marcus Åberg
Johan Sunnanväder

Skiktröntgen

INLEDNING

År 1979 fick Alan M. Cormack och Godfrey N. Hounsfield nobelpriset i medicin för deras arbete med att utveckla skiktröntgen (vanligen kallat datortomografi). Från början utvecklades den som en hjärnskanner och var en utdragen process som kunde vara flera timmar. Det har sedermera utvecklats till en helkroppsskanner som kan vara över på fyra sekunder.

Datortomografi används främst inom medicinen men kan även användas för viss materialforskning. Jämfört med en traditionell röntgen får man i skiktröntgen en fullständig bild i tre dimensioner över det röntgade området. Det utvecklas ständigt nya snabbare maskiner för att förbättra patientkomfort och minimera stråldosen.

TEORI OCH TEKNIK

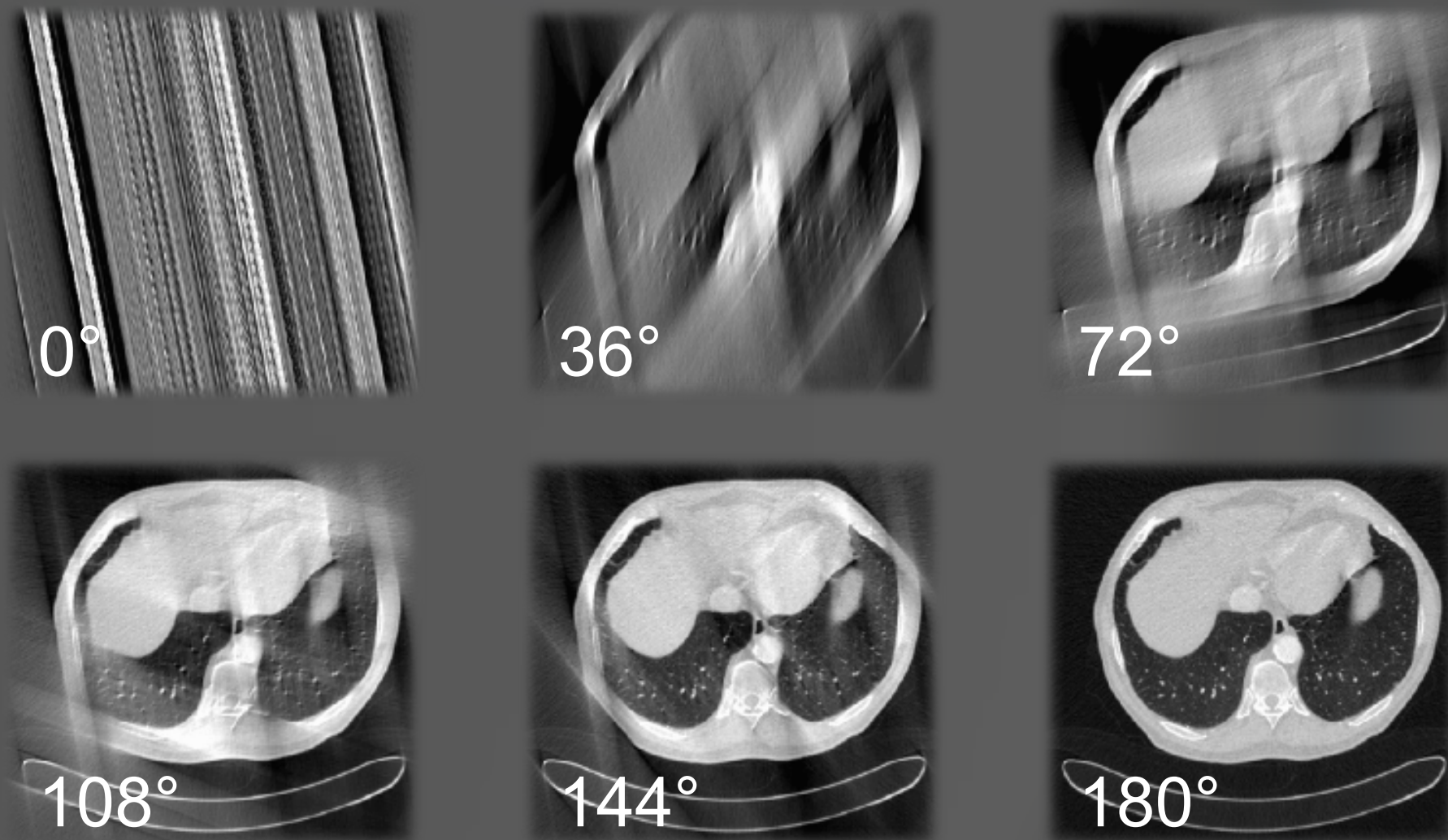
Teknikens princip är att mäta absorptionen av röntgenstrålning i kroppen från olika vinklar för att få fram en tredimensionell bild. Detta görs genom att en strålkälla roterar kring objektet som ska skannas, samtidigt som en detektor rör sig på motsatt sida objektet. Absorptionen, g , fås fram genom följande samband:

$$g = \ln(I_0/I) \quad I_0 = \text{Intensitet innan absorption (W/m}^2\text{)}$$

$$I = \text{Intensitet efter absorption (W/m}^2\text{)}$$

Detta samband fås av Beer-Lamberts lag om absorption; $I = I_0 e^{-gx}$, där absorptionen $g = \sigma x$, och σ är en koefficient som beror på objektet och x är längden på objektet som strålningen absorberas i.

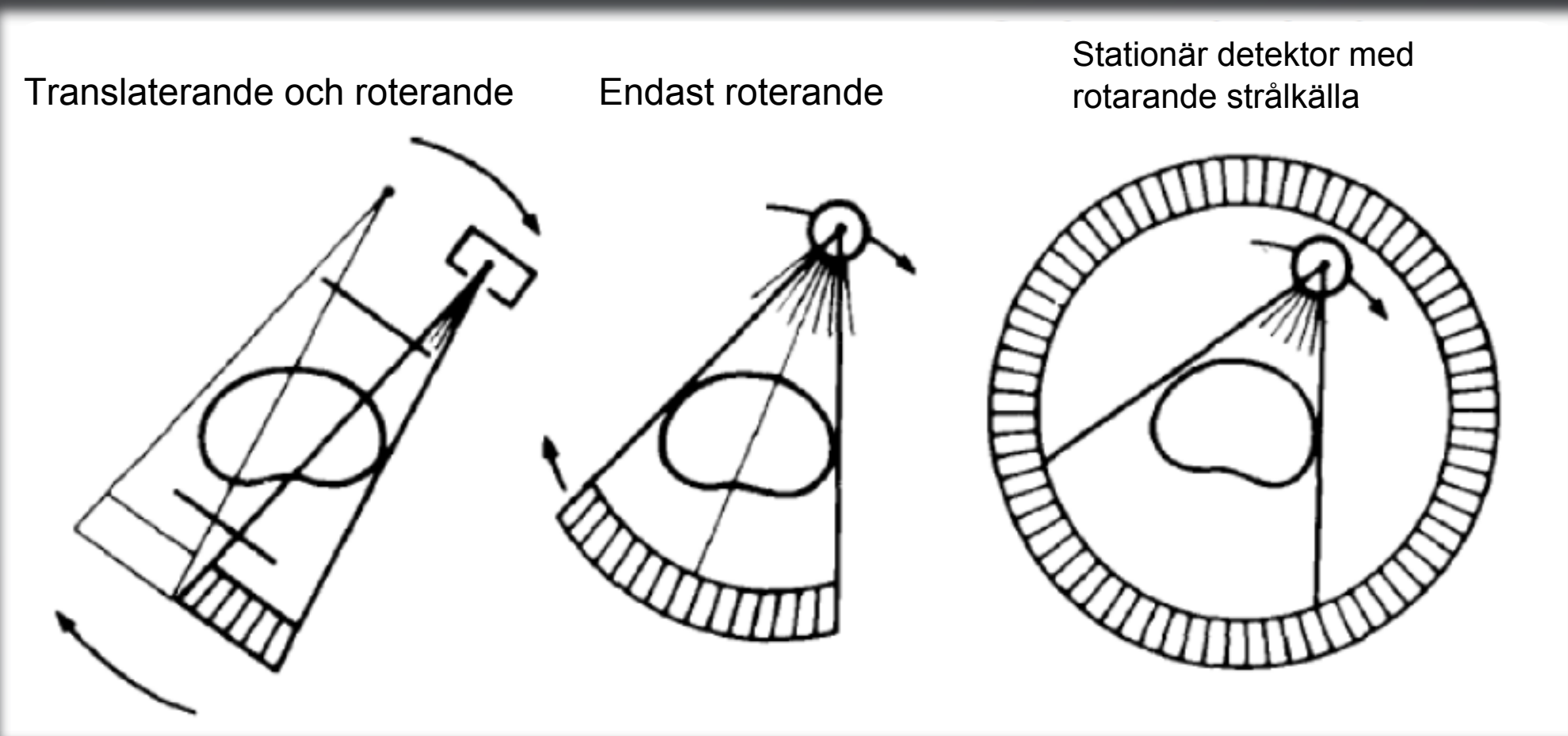
Principen är att man genom att mäta intensiteten före och efter objektet kan beräkna absorptionen i objektet. Genom att sedan utföra matematiska beräkningar i datorer på absorptionen kan man få fram en bild av objektet från en viss vinkel. Detta säger dock inte så mycket eftersom allt man ser är hur mycket som har absorberats totalt, inte var det har absorberats mycket eller lite. När man roterar lite grand får man ytterligare en bild som överlappar den tidigare lite. Sedan lägger man ihop bilderna och får en exakt bild av objektet, genom att man då har fått fram nog data för att se var röntgenstrålningen har absorberats. Det bilderna visar är alltså absorptionen i objektet. Nog med data uppnås efter ett halvt varvs rotation (180°). Absorptionen i olika organ har undersökts och är väl känt, med hjälp av detta kan man se olika organ i bilden eller andra saker beroende på objektet. Bilderna nedan illustrerar hur man genom att mäta från flera vinklar kan få fram en bild av objektet [2,4].



Figur 1. Bilderna lånade av Prof. Kachelrieß, German Cancer Research Center, Heidelberg, Tyskland.

Rörande detektorerna finns det olika tillvägagångssätt att samla in informationen. Resultatet är detsamma men tekniken skiljer sig lite åt. Ett av de tidigaste sätten är att detektorer translaterar längs objektet och tar flera mätningar. Varpå den roterar något för att sedan åka tillbaka. Den här tekniken kan ta upp till 18 sekunder att skanna ett skikt [3].

En senare generation, som det kallas, har istället en detektor och en strålkälla som roterar kring objektet, som i sin tur passerar detektor, vinkelrätt mot rotationen. Det finns en variation av denna teknik som istället tillämpar en stationär detektor som således "täcker" hela varvet runt och endast strålkällan behöver rotera. Detta medför att detektorer och strålkällan inte behöver vara helt stabiliserade med varandra [7].



Figur 2. En skiss över de olika teknikerna. © The Nobel foundation, Hounsfield, Godfrey N., 1979).

TILLÄMPNING

Den vanligaste tillämpningen av skiktröntgenteknologin är inom medicin, där det används en skiktröntgenmaskin för att göra en omfattande röntgen på en, eller flera delar av kroppen som man vill undersöka och man får då detaljrika bilder på det röntgade området. Eftersom röntgen sker i skikt så får man bilder av den eller de kroppsdelar i genomskärning med ett visst intervall. De bilder som lämpar sig bäst för undersökningen kan sen väljas ut och studeras var för sig. Med hjälp av informationen vid en skiktröntgen kan en dator generera en tredimensionell bild över det röntgade området vilket i vissa fall kan underlätta undersökningen ytterligare [1].



Figur 3. Tredimensionell bild av ett hjärta, generat av en dator med hjälp av informationen från en skiktröntgenundersökning. © Siemens 2011

Skiktröntgen används ofta för att undersöka okända massor i kroppen som befaras utsätta patienten för fara, till exempel cancer. Ofta har dessa massor då upptäckts genom traditionell röntgen och en skiktröntgen kan då ge en bättre bild av hur massan ser ut, vad den består av och var exakt den befinner sig [6]. Skiktröntgen kan även användas för att noga undersöka frakturer eller för att hitta allvarliga interna skador, till exempel i hjärnan [5].

En skiktröntgen kan även genomföras i förebyggande syfte. Det är till exempel ett sätt att upptäcka cancer i ett tidigt stadium. Vissa sjukhus erbjuder en fullkroppsskiktröntgen för allmänheten i detta syfte. Dock visar studier att en helkroppsskiktröntgen av en frisk person gör genomsnittligt större skada än nytta, då den ökade risken för cancer på grund av strålning är större än chansen att upptäcka en sjukdom [8].

PRODUKT / FÖRETAG - SIEMENS AB

En av de största tillverkarna av datortomografer på marknaden är Siemens AB, som tillverkar datortomografer i produktserien SOMATOM.

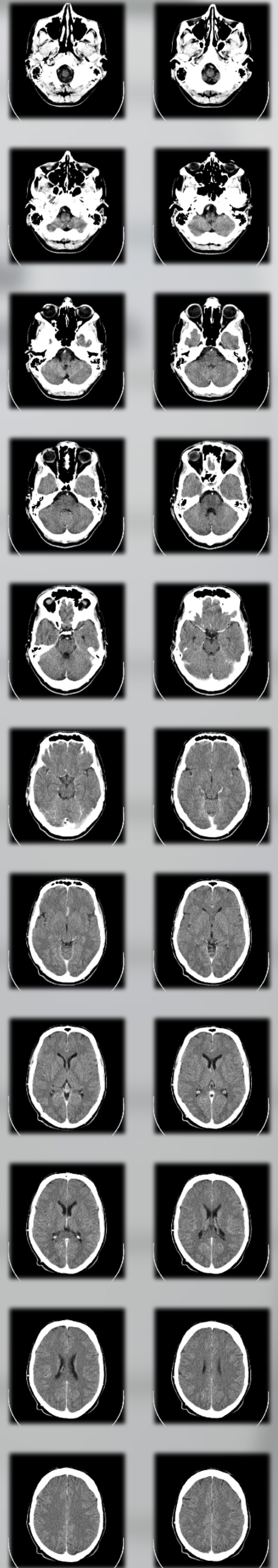
SOMATOM finns i ett antal olika varianter som har utvecklats för att möta sjukhusens olika behov. Vanliga undersökningar av t.ex. hjärnan behöver inte någon särskild datortomograf, medan andra undersökningar kräver att hela kroppen ska kunna scannas på några sekunder. Ytterligare krav ställs på maskinerna vid undersökningar av exempelvis barn eller större personer. Givetvis blir en tomograf som klarar av en snabbare och mer exakt undersökning mycket dyrare, vilket medför att priset även spelar in när ett sjukhus väljer vilken datortomograf det ska införskaffa.



Figur 4. Läkarna gör sig redo inför en datortomografiundersökning. © Siemens 2011

En teknik man börjat använda sig mer och mer av är dubbla strålkällor. Detta medför att man kan föra kroppen ännu snabbare genom maskinen och på så vis ge en mer exakt bild, då andning, hjärtslag och andra rörelser i kroppen inte hinner störa bilden. Man kan kanske jämföra det med att korta slutartiden i en kamera, vilket medför skarpare bilder. Denna teknologi används i bl.a. SOMATOM Definition Flash.

Informationen har hämtats från korrespondens med Siemens, deras produktbroschyrer samt deras hemsida [9].



Figur 5. En serie bilder av olika skikt av hjärnan tagna från basen av skallen till toppen. Serien börjar uppe till vänster.

REFERENSER

- [1] Buckwalter, Kenneth A. et al., 11 september 2000, "Musculoskeletal Imaging with Multislice CT". ajronline.org. American Journal of Roentgenology. <http://www.ajronline.org/cgi/content/full/176/4/979>, den 31 oktober 2011
- [2] Cormack, Allan M., "Early two-dimensional reconstruction and recent topics stemming from IT". © The Nobel foundation 1979. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1979/cormack-lecture.pdf, den 14 november 2011
- [3] Hounsfield, Godfrey N., "Computed medical imaging". © The Nobel foundation 1979. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1979/hounsfield-lecture.pdf, den 8 november 2011
- [4] Kachelrieß, M. (2010), "Basics of Computed Tomography (CT)", in Townsend, D. (ed.), Medical Imaging: Imaging Techniques for Pre-clinical and Clinical Applications, The Biomedical & Life Sciences Collection, Henry Stewart Talks Ltd, London (online at <http://hstalks.com/bio>)
- [5] Malcom Jeeves, 1994, "Mind Fields: Reflections on the Science of Mind and Brain", Grand Rapids, MI: Baker Books., s. 21
- [6] Simpson, Graham, 2009, "Thoracic computed tomography: principles and practice" (PDF), Australian Prescriber, 32:4, <http://www.australianprescriber.com/upload/pdf/articles/1036.pdf>, den 31 oktober 2011
- [7] "CT generation", http://www.medcyclopaedia.com/library/topics/volume_i/c/ct_generation.aspx, den 8 november 2011
- [8] "Full-Body CT Scans - What You Need to Know", Fda.gov., <http://www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/RadiationEmittingProductsandProcedures/MedicalImaging/MedicalX-Rays/ucm115340.htm>, den 2 november 2011
- [9] <http://www.medical.siemens.com>, den 9 november 2011



Stort tack till Siemens och Prof. Dr. Marc Kachelrieß för mycket givande korrespondens och bra bildmaterial. Tack även till Nobelkommittén som gav oss tillåtelse att använda bilder och föreläsningmaterial. Slutligen tack till handledaren Olle Lundh för all feedback.