



Institutionen för hälsovetenskaper.  
Fysioterapeutprogrammet

Utbildningsprogram  
i fysioterapi 180 hp

Examensarbete 15 hp  
Hösten 2022  
Termin 6

Påverkar intag av natriumbikarbonat eller alkalisk kost aerob  
respektive anaerob prestationsförmåga för friska individer?  
– en systematisk litteraturstudie

**Författare**

Zack Abelsson  
Timmie Nilsson  
Fysioterapeutprogrammet  
Lunds universitet  
za3584ab-@student.lu.se  
ti8180ni-s@student.lu.se

**Handledare**

Anita Wisén, Doc. Leg sjukgymnast,  
universitetslektor  
Rehabilitering och hållbar hälsa  
Institutionen för hälsovetenskaper  
Lunds universitet  
Anita.wisen@med.lu.se

**Examinator**

Jenny Nae, Dr. Med. Vet,  
Postdoc idrottsvetenskap  
Institutionen för  
hälsovetenskaper  
Jenny.almqvist\_nae@med.lu.se

## Abstrakt

**Bakgrund:** För att skelettmuskulaturen ska kunna kontraheras krävs energirika fosfatbindningar som heter adenosintrifosfat (ATP). För att tillgodose muskulaturens behov av energi finns 3 olika system, där det största, som producerar majoriteten av all ATP under vila och längre ansträngningar (>1 minut) är det aeroba systemet. I avsaknad av syre eller när de aeroba processerna inte hinner ta vara på restprodukterna bildas laktat + väte. Bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) utgör en viktig del för att bibehålla kroppens pH-nivå genom att buffra metaboliska restprodukter såsom  $\text{H}^+$ .

**Syfte/frågeställningar:** Syftet med denna litteraturstudie är att undersöka effekter på aerob respektive anaerob fysisk prestation efter intag av natriumbikarbonat eller alkalisk kost. Samt undersöka om det finns några biverkningar vid intag av natriumbikarbonat eller alkalisk kost och se om det finns beskrivna könsskillnader.

**Studiedesign:** Narrativ deskriptiv systematisk litteraturstudie.

**Material och metod:** Sökningar i Pubmed, Cochrane library och Cinahl gav 745 artiklar, efter att dubletter och ickerelevanta studier exkluderades inkluderades 26 artiklar till studien med totalt 347 deltagare. Inkluderade studier granskades för bias med SBU:s granskningsmall.

**Resultat:** Deltagarna i de flesta studierna var vältränade med ett  $\text{VO}_2\text{max}$  >60 ml/min/kg eller deltog i cirka 6 timmar regelbunden träning i veckan. Den vanligaste testmetoden för prestation var olika typer av cykeltest följt av löpning samt idrottsspecifika test. 22 studier innefattade natriumbikarbonat och 4 studier innefattade alkalisk kost. Natriumbikarbonat konstateras ge en prestationsökande effekt i 68% (15 av 22) av studierna. Det går ej att fastställa ifall intaget ger störst effekt vid aerobt eller anaerobt arbete. Utifrån de inkluderade studierna kan slutsatsen dras att alkalisk kost verkar ge prestationsökande effekter i 75% (3 av 4) av studierna. Effekterna tycks vara störst vid aeroba aktiviteter mellan 2-3 minuter. Intag av natriumbikarbonat gav biverkningar i varierande grad hos 31% (68 av 222) av deltagarna. Ingen av studierna som inkluderade alkalisk kost nämnde något om biverkningar. Ingen studie redovisade könsskillnader.

**Konklusion:** Utifrån de inkluderade studiernas resultat så verkar det som att natriumbikarbonat ger prestationshöjande effekter vid idrott. Även alkalisk kost kan ha prestationshöjande effekter. Dock behövs det vidare forskning då få studier hittades kring alkalisk kost och prestation.

**Nyckelord:** Laktat, träning, metabolisk alkalos, PRAL, Buffringkapacitet, syra-basbalans

Does intake of sodium bicarbonate or an alkaline diet have ergogenic effects on aerobic or anaerobic performance in sports?

- A systematic review

## **Abstract**

**Background:** The skeletal muscles require adenosine triphosphate (ATP) to contract. To meet these needs there are 3 different systems. The largest is the aerobic system which produces most of the ATP under rest and longer periods of exercise (>1 minute). In the absence of oxygen lactic acid is formed, which quickly dissociates into lactate + hydrogen ( $H^+$ ). Bicarbonate ( $HCO_3^-$ ) constitutes as an important component in the bodies way to keep the pH-level steady by buffering metabolic waste such as  $H^+$ .

**Purpose/Aim:** The aim of this study is to examine the ergogenic effects on aerobic and anaerobic performance after consuming either sodium bicarbonate or alkaline diet. Furthermore, examine if there are any reported side effects. Also, if there are any gender differences in either ergogenic effects or side effects.

**Study Design:** Narrative descriptive systematic review.

**Method:** Searches were made in the databases Pubmed, Cochrane library and Cinahl, which resulted in 745 studies. After the exclusion of duplicates and non-relevant studies a total of 26 studies remained with a total of 347 participants. The included studies were reviewed with the use of SBU:s review-template.

**Results:** Most of the studies had participants which were well trained with a  $VO_2max >60$  ml/min/kg and/or trained approximately 6 hours per week. The most common performance test among the studies consisted of cycling, followed by running and sport specific tests. 22 studies used sodium bicarbonate and 4 studies used an alkaline diet. Sodium bicarbonate had an ergogenic effect on performance in 68% (15 of 22) of the included studies. However, it cannot be determined if the effect was greater on aerobic or anaerobic work.

Alkaline diet had an ergogenic effect on performance in 75% (3 of 4) of the included studies. The effect seems greatest in aerobic exercises varying between 2-3 minutes in length. The use of sodium bicarbonate gave side effects in 31% (68 out of 222) of the participants. None of the studies with an alkaline diet reported any side effects. No studies reported any gender differences.

**Conclusion:** From the included studies it seems to be that sodium bicarbonate may have ergogenic effects on sports performance. Alkaline diet seems to give similar positive ergogenic effects. Further research is needed as a limited amount of studies were found regarding alkaline.

**Key words:** Lactate, training, metabolic alkalosis, PRAL, buffer capacity, acid-base balance

## Innehållsförteckning

<u>Bakgrund</u>	<u>1-2</u>
<u>Syfte</u>	<u>2</u>
<u>Metod</u>	<u>3-4</u>
<u>Resultat</u>	<u>4-10</u>
<u>Diskussion</u>	<u>10-15</u>
<u>Slutsats</u>	<u>15</u>
<u>Referenslista</u>	<u>16-18</u>
<u>Bilagor</u>	<u>19-21</u>

## Bakgrund

### *Metabola processer vid kortvarigt arbete*

För att skelettmuskulaturen ska kunna kontraheras krävs energi som transporterats i energirika fosfatbindningar och avgetts från en molekyl som heter adenosintrifosfat (ATP) (1). Den mängd lagrad ATP som finns i muskulaturen är väldigt liten, vid en maximal ansträngning räcker den energin till 1 till 2 sekunders arbete (2). För att tillgodose muskulaturens behov av energi finns 3 olika system, där det största, som producerar majoriteten av all ATP under vila och längre ansträngningar (>1 minuter) är det aeroba systemet (2). Detta består av glykolysen, citronsyracykeln/Krebscykeln och slutligen oxidativ fosforylering/elektrontransportkedjan. I början av högintensiv ansträngning hinner inte det aeroba systemet tillföra den mängd ATP som muskulaturen förbrukar, vilket gör att andra system behövs för att kunna utföra aktiviteten. Under de första 10-15 sekunderna bildas ATP med hjälp av kreatinfosfat som finns lagrat i muskulaturen genom att när det ATP som initialt fanns förbrukas till adenosindifosfat (ADP), så avges en fosfat från kreatinfosfat och bildar ATP + kreatin (2). I avsaknad av syre eller när de aeroba processerna inte hinner ta till vara på allt pyruvat som skapas via glykolysen bildas istället mjölksyra som snabbt dissocierar till laktat + väte ( $H^+$ ) (2). Laktat sågs länge enbart som en restprodukt, men har under senare forskning visat sig ha många betydelsefulla egenskaper (2,3). Där omvandlingen till glukos i levern och aerob omvandling till pyruvat vidare används aerobt i hjärtmuskulatur och i icke arbetande muskulatur, är väl beskrivet i grundläggande litteratur. I en studie på 6 cyklister kunde det observeras att också hjärnan använder laktat som energikälla (4). Det  $H^+$  som bildas via glykolysens anaeroba bildning av mjölksyra binder till bikarbonat (kolsyresystemet), som fungerar som ett buffertsystem där koldioxid och vatten avges till utandningsluften och där vatten också elimineras via svettning och urinproduktion (5). Vid högintensivt arbete ökar  $H^+$  snabbare än vad som kan buffras och elimineras vilket sänker pH-nivån i den arbetande muskulaturen och i blodet (2).

### *Träning och effekter på prestation*

Vid högintensivt arbete arbetar alla energisystem vilket gör att samtliga tränas (2). När systemen belastas uppnås även prestationshöjande effekter som kan observeras bland annat genom att mitokondrierna blir effektivare samt ökar i antal, även om antalet mitokondrier skiljer sig åt mellan de olika typerna av muskelfibrer (6). Typ I-fibrerna innehåller störst mängd mitokondrier men är också svagast bland de olika muskelfibertyperna. Detta gör dem uthålliga vid aerobt arbete men inte explosiva vid anaerobt arbete. Typ IIx-fibrerna skiljer sig mot Typ I på så vis att de har en mindre andel mitokondrier, men har en mycket snabbare kontraktionshastighet vilket gör dem mer explosiva än uthålliga (6). Vid upprepad träning och bland tränande individer kan man se att Typ IIa-fibrerna får fler mitokondrier och efterliknar Typ I i större utsträckning. Detta i jämförelse med otränade individer där Typ IIa i större utsträckning efterliknar Typ IIx (6). Antalet kapillärer ökar, framförallt i muskelfibrer av typ I och Typ IIa (7). Vilket gör att transporten av syre och energi ökar till arbetande muskulatur samt att slaggprodukter transporteras bort effektivare (6). Muskeln blir också effektivare då fler motorenheter aktiveras och arbetar effektivare under större delar av arbetet (8). Vilket leder till att en vältränad individ har ökad mängd muskulatur med fler mitokondrier, som kan arbeta på högre intensitet, utan att producera prestationsbegränsande mängder  $H^+$  i samma utsträckning (6).

### *Kan alkalisk kost eller natriumbikarbonat påverka aerob respektive anaerob prestation?*

Kroppens pH är noggrant reglerat av njurarna och respirationen. I blodet är pH-nivån närmast

alltid konstant på 7.4, medans det i cellerna kan variera mellan 6-7.2 på grund av den ökande produktionen av  $H^+$  vid anaerobt arbete. Alkalisk kost har i studier visat positiva effekter då det visat på en ökning av magnesium intracellulärt, vilket bidrar till att enzymsystemen intracellulärt fungerar optimalt (9). För att få i sig en mer alkalisk kost rekommenderas en diet bestående av en högre andel frukt och grönsaker samt minskat intag av animaliska produkter såsom ost, ägg och kött (10). En metod för att kategorisera olika typer av kost som basisk eller sur är "potential renal acid load" (PRAL). Det är en modell baserad på innehållet i en råvara som genom en matematisk formel ger råvaran ett värde från ca -25 till +35 PRAL. Vid lägre värden anses det att råvaran inte producerar samma mängd syra som i de högre värdena vid nedbrytning. Detta leder till en kategorisering på alkalisk/acidiskt eller basisk/sur kost som kan användas vid dietrestriktioner (10). Bikarbonat ( $HCO_3^-$ ) utgör en viktig del för att bibehålla kroppens pH-nivå genom att buffra metabola restprodukter såsom  $H^+$  och koldioxid ( $CO_2$ ). I de röda blodkropparna (erythrocyter) bildar  $HCO_3^- + H^+ \leftrightarrow$  kolsyra ( $H_2CO_3$ ) som ombildas till  $CO_2 + H_2O$  tills dess att gasutbyte i alveolerna sker då  $CO_2$  lämnar kroppen genom utandning (11).

### *Tidigare forskning*

Det har länge forskats på ifall alkalisk kost eller natriumbikarbonatintag kan ha prestationshöjande effekter vid fysiskt arbete (12). I 2 metaanalyser publicerade 2011 samt 2012 framkom det att ett akut intag av natriumbikarbonat, 300 mg/kg bodymass (BM), 60–120 minuter före aktivitet ger en genomsnittlig prestationsökning på 2% under korta (1-2 min) högintensiva sprinter (13, 14). Det beskrivs att effekten ökar med dosen men då ökar också risken för magbesvär (13). Till viss del kan risken för magbesvär minska om natriumbikarbonatet intas i form av kapslar istället för upplöst i vätska, men även då föreligger en överhängande risk hos somliga (15). Det finns i nuläget få studier som undersöker eventuella prestationsförbättringar efter en alkalisk diet så som PRAL. Likaså en sammanställning kring prestationseffekterna av natriumbikarbonat under samma kriterier. Inte heller eventuella könsskillnader finns beskrivet i tidigare sammanställningar.

## **Syfte**

Syftet med denna litteraturstudie är att undersöka effekter på aerob respektive anaerob fysisk prestation efter intag av alkalisk kost eller natriumbikarbonat. Syftet är vidare att undersöka om det finns några biverkningar vid intag av alkalisk kost eller natriumbikarbonat, samt att se om det finns beskrivna könsskillnader avseende effekt och biverkningar i samband med intag av alkalisk kost eller bikarbonat.

### *Frågeställningar*

- Kan intag av natriumbikarbonat öka aerob respektive anaerob prestation?
- Finns biverkningar beskrivna vid intag av natriumbikarbonat?
- Kan intag av alkalisk kost öka aerob respektive anaerob prestation?
- Finns biverkningar beskrivna vid intag av alkalisk kost?
- Finns könsskillnader beskrivna avseende ovanstående 4 frågeställningar?

## Metod

### Studiedesign

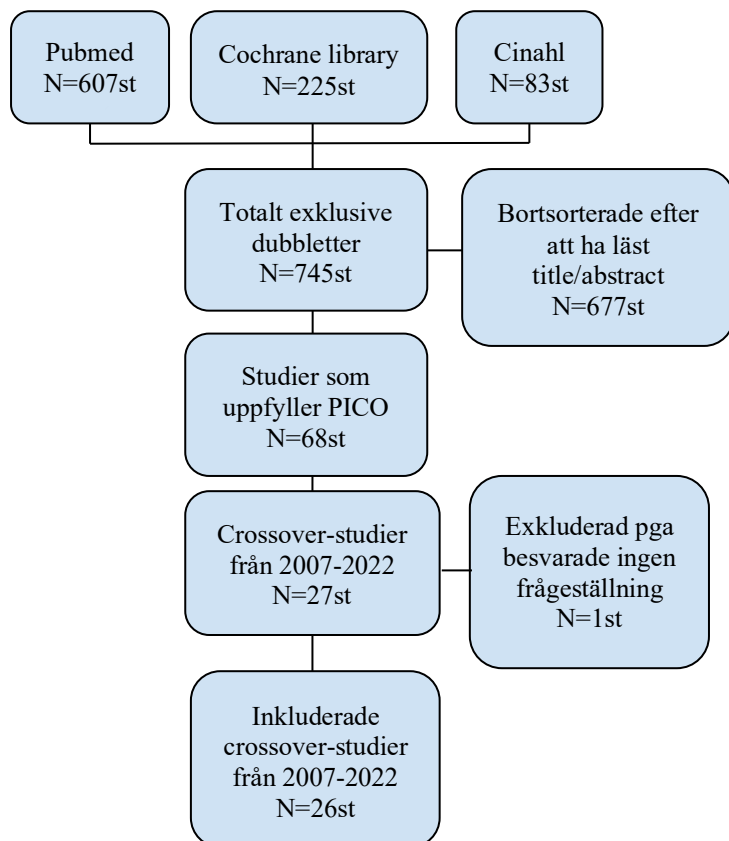
Narrativ deskriptiv systematisk litteraturstudie.

### Urvalsprocess

Studier som inkluderats var skrivna på engelska samt fanns tillgängliga i fulltext och följde god forskningsetik (godkännande från aktuell kommitte för etik). Inklusionskriterier följde studiens frågeställningar och utformades med hjälp av PICO; P: Friska individer i alla åldrar I: Natriumbikarbonat eller alkalisk kost. C: Crossover-studier. O: Mätbara effekter på prestation, eventuella biverkningar eller könsskillnader.

### Sökstrategi

Utifrån studiens frågeställningar togs ett sökschema fram bestående av 3 sökblock; alkaline diet, alkaline, metabolic alkalosis, acid load, pral, alkalos\*, bicarbonate kombinerat med train\*, achievement, performance, exercise samt: anaerobic threshold\*, lactic acid, anaerob\*, anaerobic threshold (se bilaga 1-3 för fullständiga sökningar i samtliga databaser). Sökningar gjordes i databaserna Pubmed, Cochrane library och Cinahl den 23 februari 2022 (Fig 1) utan några sökfilter såsom årtal/studiedesign eller liknande. Båda författarna läste title/abstract för samtliga 745 studier var för sig för att sedan jämföra urvalet och diskutera eventuella tveksamheter avseende om studierna skulle inkluderas eller exkluderas, utifrån inklusionskriterierna. Totalt inkluderades 68 studier. För att göra ytterligare en smalare sökning så exkluderades alla studier publicerade 2006 eller tidigare, vilket gjorde att 27 studier inkluderades i litteraturstudien. En av dessa 27 studier exkluderades senare vid läsning av fulltext, då den inte svarade på någon av frågeställningarna.



**Fig1.** Sökning 20220223. Se bilaga 1-3 för exakta sökord i respektive databas

### *Databearbetning*

Inkluderade studier kvalitetsgranskades enligt SBUs granskningsmall för randomiserade studier samt databearbetades av båda författarna var för sig (16). Efter att individuellt analyserat alla 26 studier (17–42), diskuterades de gemensamt och aktuella resultat sammanställdes. Sammanställningen inkluderade bland annat kvalitetsgranskning, antal deltagare, deltagarnas kön, möjliga könsskillnader, hur stor dos som använts av vilket substrat, tid för intag, noterade biverkningar, typ av aktivitet samt prestationsförändringar. Detta redovisas nedan i text och tabell. För att särskilja vilka studier vars tester till störst del använde aeroba respektive anaeroba energisystem så sattes en gräns för testerna på 1 minut. De test som varade  $\leq 1$  minut ansågs vara anaeroba och de test som varade  $>1$  minut ansågs aeroba. Detta med hänvisning till bakgrunden, där det beskrivs att arbeten under en minut till största delen består av anaerob energitillförsel (2)

## **Resultat**

### *Kvalitetsgranskning*

Majoriteten av studierna (17, 18, 20–22, 24–36, 39, 41, 42) visade att risken för bias var låg och att kvaliteten bland studierna var hög. Detta genom att alla var av crossoverdesign samt att alla resultat hade redovisats tydligt. Arton studier var dubbel-blindade (17, 19–22, 24, 26–30, 32–37, 42), medan resterande 8 studier enbart var blindade mot deltagarna. Samtliga studier var jämnviktade på så sätt att hälften av deltagarna fick placebo först och hälften fick interventionen först. För att på så vis minska risken för inlärning. Två studier var inte jämnviktade där deltagarna fick placebo vid första testtillfället och sedan intervention (17, 38). Ett fåtal studier hade risk för måttlig (23, 37, 38, 40) eller hög (19) bias då de bland annat inte var blindade eller att alla resultat inte var fullständigt redovisade (varje enskild studies SBU-resultat finns beskrivet i tabell 1–3). Dessa resultat togs i beaktning vid de gemensamma diskussionerna mellan författarna, där det fastställdes att ingen studie behövde avlägsnas på grund av möjlig bias.

### *Sammanfattning av inkluderade studier*

Totalt deltog 347 personer i de 26 studier som inkluderats i detta arbete. Antalet deltagare i respektive studie var mellan 7–24 stycken med ett medelvärde på 13.5 (SD  $\pm 4.8$ ) deltagare. Den lägsta medelåldern för deltagarna i en studie var 19 år (20) och den högsta medelåldern var 42 år (41). I 22 av de inkluderade studierna var deltagarnas medelålder mellan 20–29 år. Träningsgraden hos individerna varierade mellan studierna, där studien med minst aktiva deltagare enbart var fysiskt aktiva någon gång i veckan (41), medan de med högst träningsgrad tränade  $>20$ h per vecka (30). De flesta av studiernas deltagare var vältränade ( $VO_2\max >60$  ml/min/kg) och/eller deltog i cirka 6 timmar regelbunden träning i veckan. Den vanligaste testmetoden var cykeltest, följt av löpning, idrottsspecifika test (knäböj, bänkpress, landhockey, crossfit, taekwondo) samt 2 test som utförde armcykling och step-up. Bedömning av prestation i respektive test varierades mellan studierna. Vid testerna genomfördes minst en av följande mätmetoder; tid till fail, tid på sträcka, antal reps, medelkraft, maxkraft. Tjugotvå studier använde natriumbikarbonat som intervention, 17 akut intag, 3 långvarigt intag samt 2 med både akut och långvarigt intag. Fyra studier använde sig av alkalisk kost. Tiden mellan de olika testerna, så kallad “washout period” varierade mellan 2–14 dagar bland studierna. Där de flesta studierna, 21 av 26, hade en period på 2–9 dagar, 3 studier hade 14 dagar och 2 studier specificerade ej tiden.



Vissa studier nedan redovisades under flera rubriker i resultatdelen samt diskussionsdelen. Detta då dessa studier testade flera typer av såväl akut samt långvarigt intag, men även aerob/anaerob träningseffekt.

## **Natriumbikarbonat akut intag**

### *Doseringsstrategi*

Nitton studier använde ett akut intag av natriumbikarbonat där tiden för intag varierade något mellan studierna (tabell 1). En av studierna intog natriumbikarbonat endast 35 min innan aktivitetsstart (17). Fjorton av studierna intog natriumbikarbonat 50–120 min innan (18–31). En av studierna intog natriumbikarbonat innan samt under aktivitetens gång (32). Två av studierna mätte blodvärden inför de fysiska testen för att finna "peak pH". Detta resulterade i att varje deltagare fick en individualiserad tid för intag som skulle ge dem maximal effekt vid aktivitetens start. Peak pH varierade från 10–90 minuter mellan deltagarna (33, 34). En av studierna intog natriumbikarbonat 120–240 min innan aktivitet (35). Även intagets typ varierade, där en av studierna intog natriumbikarbonat i tablettform (19). Åtta av studierna använde sig av kapslar (20, 23–25, 28–30, 35). Tio av studierna intog natriumbikarbonat löst i vatten (17, 18, 21, 22, 26, 27, 31–34). Femton studier använde enbart en mängd på 300 mg/kg BM (20–22, 24, 35). Två studier jämförde 300 mg/kg BM mot 100 mg/kg BM (17), respektive 200 mg/kg BM (18). En av studierna använde sig enbart av 200 mg/kg (19). En studie använde sig enbart av 400 mg/kg BM (23).

### *Prestationsförbättringar*

Totalt 12 studier redovisade signifikanta prestationsförbättringar i minst någon av de fysiska mätmetoderna som användes (17–19, 21, 23, 26–29, 33–35). Studierna skiljde sig åt med olika typer av aktiviteter, med olika tidsintervall (6 sekunder till 180 minuter) och olika antal repetitioner. Prestationsförbättringen efter supplement av natriumbikarbonat var mellan 1.8–36,6% i de olika studierna. För de övriga 7 studierna som innefattas i akut intag fanns inga signifikanta resultat (20, 22, 24, 25, 30–32). Ingen av studierna visade på signifikanta försämringar av prestationen vid supplementation av natriumbikarbonat.

### *Fysiologiska effekter*

I samtliga studier där fysiologiska effekter som  $\text{HCO}_3^-$  och BE (Base excess, vilket är ett mått på syra- basbalansen i blodet) mättes var resultaten signifikanta. Detta genom att de signifikant ökade i värde vid mätningstillfället efter intag av bikarbonat jämfört med innan intag. För pH under arbete fanns signifikanta förändringar, förutom i en studie (29). För maxlaktat uppvisades signifikanta effekter i 10 av de 13 studier där detta mättes (17–24, 28, 32). I de 2 studierna som mätte  $\text{H}^+$  hade båda en signifikant reduktion av  $\text{H}^+$  i blodet efter test (25, 33).

### *Könsskillnader och biverkningar*

Totalt deltog 224 män och 6 kvinnor samt 10 ospecificerade i studierna men de redovisades endast som grupp vilket gör att det ej går att uttala sig om eventuella könsskillnader. Fjorton av studierna inkluderade biverkningar (18, 20, 21, 22, 24–30, 32, 34, 35). I 5 av studierna uppvisade inga deltagare biverkningar (25, 26, 30, 32, 34). I de 9 studierna där deltagarna uppvisade biverkningar rapporterades symptom som magont, uppblåsthet, behov av att gå på toa, kräkningar, diarré, huvudvärk samt gaser. Av de 175 deltagarna som ingick i de studierna som rapporterade biverkningar uppvisade 55 deltagare symptom i varierande grad och utsträckning. 16 personer fick biverkningar efter intag i form av kapslar och 39 deltagare fick biverkningar av natriumbikarbonat upplöst i vatten. I en av studierna fick en deltagare avbryta på grund av biverkningarna, som var natriumbikarbonat upplöst i vatten (21). Utöver detta fullföljde samtliga deltagare alla test, trots negativa symptom efter intag av natriumbikarbonat.

**Tabell 1. Inkluderade studier med akut intag av Bikarbonat**

Studie	SBU	Substrat/dos	Aktivitet	Signifikanta prestation förbättringar	Signifikanta fysiologiska effekter
<b>Aeroba test</b>					
Ferreira LHB, Smolarek AC, et al. (17)	Låg	100 mg/kg BM natriumbikarbonat alternativt 300 mg/kg BM natriumbikarbonat 35 min innan aktivitet.	Cykel, fast motstånd (1kg+5% kroppsvikt) till fail.	11,9% vid 300 mg/kg BM i tid innan fail.	↑ Max laktat, 100mg & 300mg ↑ Blod pH post test, 300mg ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , 300mg
Gurton WH, Gough LA, et al. (18)	Låg	200 mg/kg BM natriumbikarbonat alternativt 300 mg/kg BM natriumbikarbonat, 60 min innan aktivitet.	Cykel, 90 →105% av VO <sub>2</sub> max till fail	17,4% hos 200 mg/kg BM. 36,6% hos 300 mg/kg BM. I tid innan fail.	↑ Max laktat för både 200- och 300 mg/kg BM.
Durkalec-Michalski K, Nowaczyk PM, et al. (19)	Hög	200 mg/kg BM natriumbikarbonat 120 min innan aktivitet.	specifikt landhockeytest	2,7% bättre i landhockeytest	↑ BE ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ↑ pH ↑ Max laktat
Lopes-Silva JP, Da Silva Santos JF, et al. (20)	Låg	300 mg/kg BM natriumbikarbonat 90 min innan aktivitet.	Simulerad taekwondo fight 3x 2 min.	–	↑ Max laktat.
Freis T, Hecksteden A, et al. (21)	Låg	300 mg/kg BM natriumbikarbonat 90 min innan aktivitet.	1.Löpning, stegrande till fail 2.Löpning, 30 min på 90% av tröskel sedan 110% till fail.	1,8% högre hastighet i första testet	Signifikant efter båda löptesten ↑ pH ↑ BE ↑ Max laktat
Higgins MF, Wilson S, et al. (22)	Låg	300 mg/kg BM natriumbikarbonat 60 min innan	Cykel, (100% av max watt från stegringstest) till fail.	–	↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ↑ Syra/bas balansen ↑ Max laktat ↑ pH
Krustrup P, Ermidis G, et al. (23)	Måttlig	400 mg/kg BM natriumbikarbonat 50 min innan aktivitet.	Löpning, 20m sprint progressivt snabbare till fail.	14% längre	↑ pH ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ↑ Max laktat
Froio de Araujo Dias G, da Eira Silva V, et al. (24)	Låg	300 mg/kg BM natriumbikarbonat 90 min innan aktivitet.	Cykel, (110% av Watt max från stegringstest) till fail.	–	↑ pH ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ↑ BE ↑ Max laktat

Northgraves MJ, Peart DJ, et al. (25)	Låg	300 mg/kg BM natriumbikarbonat 60 min innan aktivitet.	Cykel, 40 km Time trial	–	↑ pH ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ↓ H <sup>+</sup>
Egger F, Meyer T, et al. (26)	Låg	300 mg/kg BM natriumbikarbonat 60 min innan aktivitet.	Cykel, 30 min på (95% av mjölksyratröskel) innan (110% av mjölksyratröskel) till fail.	+ 10% till utmattning	↑ pH ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ↑ BE
Driller MW, Gregory JR, et al. (28)	Låg	300 mg/kg BM natriumbikarbonat 90 min innan aktivitet.	Cykel, 4 min Time trial	3,2% medelkraft.	↑ Max laktat ↑ pH ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Bellinger PM, Howe ST, et al. (29)	Låg	300 mg/kg BM natriumbikarbonat 90 min innan aktivitet	Cykel, 4 min Time trial	3,1% medelkraft. 3,0% totalt arbete.	↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Poffé C, Ramackers M, et al. (32)	Låg	300 mg/kg BM <sup>1</sup> natriumbikarbonat 120 min innan → första 180 min av aktivitet.	Cykel, 180 min 60–90% av mjölksyratröskel + 15 min time trial + sprint (175% av mjölksyratröskel) till fail.	–	↑ Max laktat ↑ blood pH ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Deb SK, Gough LA, et al. (33)	Låg	300 mg/kg BM natriumbikarbonat 90 min innan aktivitet (variation för “peak pH”).	Cykel, 3 min Time trial	2,9 % medelkraft	↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ↓ H <sup>+</sup>
Sale C, Saunders B, et al. (35)	Låg	300 mg/kg BM natriumbikarbonat 120 min innan aktivitet	Cykel, (110% av av Watt max från stegringstest) till fail.	6,5% tid till utmattning	↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ↑ pH ↑ BE
<b>Anaeroba tester</b>					
Durkalec-Michalski K, Nowaczyk PM, et al. (19)	Hög	200 mg/kg BM natriumbikarbonat 120 min innan aktivitet.	Cykel, 2st Wingate (30 sek)	–	↑ BE ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ↑ pH ↑ Max laktat
Duncan MF, Weldon A, et al. (27)	Låg	300 mg/kg BM natriumbikarbonat 60 min innan aktivitet.	3 set (80% av max) reps till fail (knäböj + bänkpress)	27,2% fler knäböj	↑ pH ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Zabala M, Peinado AB, et al. (30)	Låg	300 mg/kg BM natriumbikarbonat 90 min innan aktivitet.	3x spänstopp + Cykel (30 sek max)	–	↑ pH ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ↑ BE
Matsuura R, Arimitsu T, et al. (31)	Låg	300 mg/kg BM natriumbikarbonat 120 → 60 min innan aktivitet.	Cykel, 10x10 sek max.	–	↑ pH ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ↑ Na <sup>+</sup>
Miller P, Robinson AL, et al. (34)	Låg	300 mg/kg BM natriumbikarbonat 90 min innan aktivitet (variation för “peak pH”).	Cykel, 10x 6 sekunder max.	17,1% totalt arbete	↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ↑ pH
Bm= Body mass. HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> =Blodbikarbonat. Be= Base excess. H <sup>+</sup> = Väte. Na <sup>+</sup> = Natrium					

## Natriumbikarbonat långvarigt intag

### *Doseringsstrategi*

Fem studier använde natriumbikarbonat under en period på 3–21 dagar som intervention (Tabell 2). Två av dessa studier använde sig av en progressiv strategi med ökat intag från 50 mg/kg BM/dag → 200 mg/kg BM/dag under 8 dagar (19), respektive 37.5 mg/kg BM/dag → 150 mg/kg/dag under 10 dagar (36). Två studier använde en konstant mängd natriumbikarbonat där ena studien använde 500 mg/kg BM/dag under 5 dagar (37), där den 2:a använde 400 mg/kg BM/dag under 3 dagar (28). I den 5:e studien lät man deltagarna dricka 3,3 liter natriumbikarbonat-berikat vatten innehållande cirka 13,2 gram  $\text{HCO}_3^-$  per dag under 21 dagar (38).

### *Prestationsförbättringar*

I en studie gjordes två stycken 30 sekunders långa Wingate-test på cykel med ett specifikt landhockey-test bestående av löpsprinter mellan Wingate-testen. Interventionsgruppen presterade signifikant bättre i första Wingate-testet, med 4,6% högre medel-kraft och 3,7% högre max-kraft. De var även signifikant snabbare i landhockey-testet (0,8%). I en annan studie fick deltagarna cykla till utmattning med ökad belastning. Samt utföra fem olika crossfit-övningar med så många repetitioner som möjligt under en minut per övning. I cykeltestet fanns ingen skillnad på hur länge deltagarna orkade cykla, dock fanns det i interventionsgruppen en signifikant ökning med 4,6% högre watt vid den ventilatoriska tröskeln. Interventionsgruppen ökade även signifikant vid styrkeövningarna med 3,1% fler repetitioner (36). I en annan studie utfördes fyra stycken Wingate-test på 30 sekunder på cykel med 3 minuters vila mellan varje. Interventionsgruppen ökade signifikant medelkraft med 2,9% över de två första testen och 5,9% för de två sista jämfört med placebogruppen (37). I en annan studie utfördes ett time trial på 4 minuter på cykel där interventionsgruppen uppmätte signifikant högre medelkraft, +2,2%, jämfört med placebo. (28). I den 5:e studien utfördes två stycken 30 sekunders max sprinter (Wingate). En på motionscykel för underkroppen samt en med armcykel för överkroppen. Ingen skillnad noterades för underkroppen men vid maxtest av överkroppen noterades en signifikant skillnad med 18,7% högre medelkraft för interventionsgruppen jämfört med placebo.

### *Fysiologiska effekter*

Interventionsgruppen i en studie uppmätte högre mängd pyruvat och kreatinkinas innan cykel- och crossfittest jämfört med placebogruppen (36). I en annan studie fick interventionsgruppen signifikanta ökningar av  $\text{HCO}_3^-$  och BE innan Wingate-test (37). I en tredje studie fick interventionsgruppen signifikanta ökningar med en ökad mängd  $\text{HCO}_3^-$ , högre maxlaktat samt att de kissade 53% mindre volym (38).

### *Könsskillnader och biverkningar*

Totalt deltog 58 män och 9 kvinnor i dessa 5 studier men de redovisades endast som grupp vilket gör att det ej går att uttala sig om eventuella könsskillnader. I 3 studier fick deltagarna skatta upplevda biverkningar (28, 36, 37). I 2 av dessa studier, med totalt 29 deltagare, upplevdes inga biverkningar alls (28, 36). I den 3:e av studierna som skattade biverkningar rapporterade 13 av 18 personer mätliga biverkningar av natriumbikarbonat där magont, gaser och diarre var de vanligaste (37).

**Tabell 2. Inkluderade studier med långvarigt intag av Natriumbikarbonat**

Studie	SBU	Substrat/dos	Aktivitet	Signifikanta prestation förbättringar	Signifikanta Fysiologiska effekter
<b>Aeroba tester</b>					
Durkalec-Michalski K, Nowaczyk PM et al. (19)	Hög	50–200 mg/kg BM/dag natriumbikarbonat under 8 dagar	specifikt landhockey-test	landhockey-test: 0,8%	—
Driller MW, Gregory JR et al. (28)	Låg	400 mg/kg BM/dag natriumbikarbonat i 3 dagar	Cykel, 4 min Time trial	2,2% medelkraft	—
Durkalec-Michalski K, Zawieja EE et al. (36)	Låg	37.5–150 mg/kg BM/dag natriumbikarbonat under 10 dagar	Cykeltest, stegrande till fail + Crossfit-test	Cykel: 4,6% watt vid ventilatorisk tröskel Crossfit: 3,1% fler reps	↑ pyruvat ↑ Kreatinkinas
<b>Anaeroba tester</b>					
Durkalec-Michalski K, Nowaczyk PM et al. (19)	Hög	50–200 mg/kg BM/dag natriumbikarbonat under 8 dagar	Cykel, 2st Wingate (30 sek)	Wingate 1: 4,6% medelkraft, 3,7% maxkraft.	—
Oliveira LF, de Salles Painelli V et al. (37)	Måttlig	500 mg/kg BM/dag natriumbikarbonat i 5 dagar	Cykel, 4 st Wingate (30 sek)	2,9% medelkraft test 1–2. 5,9% medelkraft test 3–4	↑ BE ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Chycki J, Kostrzewa M et al. (38)	Måttlig	3.3L Natriumbikarbonatvatten per dag i 21 dagar	Cykel, 30 sek sprint + armcykel	18,7% medelkraft armcykling	↑ maxlaktat ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ↓ 53% urin
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> = Blodbikarbonat. BM= Body mass. Be= Base excess.					

## Alkalisk kost

### Doseringsstrategi

Fyra studier använde sig av alkalisk kost som intervention (tabell 3). Tre av dessa studier innefattade en diet som bestod av en kost med låga PRAL-värden under 4 till 9 dagar (39–41). Den 4:e studien lät deltagarna dricka 35 ml/kg kroppsvikt basiskt vatten med 8.8 pH varje dag under 3 dagar (42).

### Prestationsförbättringar

I en av studierna utfördes 2 omgångar av så många step-ups som möjligt på en 50 cm hög låda under 2 minuter, vilket visade på en signifikant förbättring med 15% för interventionsgruppen (42). I en annan studie utfördes 400 meter löpning på löparbana där interventionsgrupp uppvisade en signifikant förbättring med 2,3% jämfört med kontrollgruppen (40). I en studie

lät man deltagarna springa på ett löpband med stegrande hastighet tills de inte orkade längre och VO<sub>2</sub>max uppmättes. Efter detta test fick deltagarna vila 10 minuter för att sedan springa på samma hastighet som de haft när VO<sub>2</sub>max fastställdes, samt 2 grader extra lutning på löpbandet. I detta test sprang interventionsgruppen signifikant längre, i tid räknat 21% (41).

#### *Fysiologiska effekter*

I en studie utfördes 60 sekunders löpsprint där signifikant skillnad uppvisades med högre pH i urinen för interventionsgruppen (39). I en annan studie uppmätte interventionsgruppen signifikant högre laktatvärden efter löptest jämfört med kontrollgruppen samt högre pH i urinen (40). I en tredje studie uppvisade interventionsgruppen signifikant lägre respiratorisk kvot (RER-värde) vid 100% av VO<sub>2</sub>max (41).

#### *Könsskillnader och biverkningar*

Totalt deltog 32 män och 16 kvinnor i studierna men de redovisades endast som grupp, vilket gör att det ej går att uttala sig om eventuella könsskillnader. Inte heller biverkningar var beskrivna i någon av studierna.

**Tabell 3. Inkluderade studier med alkalisk kost.**

Studie	SBU	Substrat/dos	Aktivitet	Signifikanta prestation förbättringar	Signifikanta Fysiologiska effekter
<b>Aeroba test</b>					
Caciano SL, Inman CL et al. (41)	Låg	Låg PRAL-diet 4-9 dagar	Löpning, 100% VO <sub>2</sub> maxfart till fail + 2° lutning	21% längre tid	↑ pH i urin ↓ RER-värde vid VO <sub>2</sub> max
Steffl M, Kinkorova I et al. (42)	Låg	Vatten (8.8pH) 35 ml/kg 3 dagar	50 cm Step Up under 2min x2	15% fler	—
<b>Anaeroba test</b>					
Limmer M, Sonntag J et al. (39)	Låg	Låg PRAL-diet 4 dagar	Löpning, 60 sek sprint	—	↑ pH i urinen
Limmer M, Eibl AD et al. (40)	Måttlig	Låg PRAL-diet 4 dagar	Löpning, 400 meter	2,3% snabbare	↑maxlaktat ↑ pH i urin
PRAL =Potential renal acid load. RER =Respiratory exchange ratio					

## Diskussion

#### *Natriumbikarbonat akut intag*

Resultaten avseende akut intag av natriumbikarbonat från denna studie går i linje med de tidigare metaanalyser som lyfts fram i studiens bakgrund (13, 14). Av de 19 studier som

använde akut intag av natriumbikarbonat som intervention, var det 12 stycken som visade på signifikanta effekter (17-19, 21, 23, 26-29, 33-35). Varav 6 av dessa uppvisade prestationsförbättringar på över 10% (17, 18, 23, 26, 27, 34). I 2 studier användes mer än en dosmängd av natriumbikarbonat (17, 18). I båda dessa studier kan ett samband konstateras mellan dosmängden av natriumbikarbonat och uppmätt prestationsförbättring. Där större dos av natriumbikarbonat ger en större prestationsförbättring hos individen. Trots att dessa studier visade på ett samband mellan ökad dos och prestationsförbättring så syns inte detta samband i övriga studier inkluderade i denna sammanställning. Den dosmängd som gav största prestationsförbättringen var 300mg/kg BM. Detta var också den mängd som majoriteten av studierna (17st) använde sig av (17, 18, 20-22, 24-35). Vilket kan göra att sannolikheten ökar för att något test skulle prestera högt av denna dosmängd. Det fanns även flertalet studier (7st) som använde sig av 300mg/kg BM utan att påvisa någon signifikant prestationsförbättring (20, 22, 24, 25, 30-32). Bägge studier som använde 200mg/kg BM gav signifikanta förändringar på 2,7% respektive 17,4% (18, 19). Där den senare är en större prestationsförbättring än i studien med högst intag (400mg/kg BM) som endast ökade 14% (23). Den lägsta dosen som användes i någon utav studierna var 100 mg/kg BM, vilket inte visade på någon signifikant prestationseffekt (17). I studien med 400mg/kg BM redovisades även deltagarnas resultat på individnivå där man såg stora individuella skillnader i hur stora prestationsförbättringar de fick (23). Som grupp fick de 13 inkluderade deltagarna en prestationsförbättring på 14%, exkluderas de 2 individer som fick störst förbättring så blir förbättringen istället enbart 6% för de kvarvarande 11 individerna (23). 16 studier inkluderade i denna litteraturstudie intog natriumbikarbonat 50-120 minuter innan aktivitet (18-32, 35). Medan 2 studier använde sig av att mäta deltagarnas pH med blodprov för att få reda på när optimal tid för intag bör ske (33, 34). De fann då att den optimala tiden för intag skiljde sig kraftigt mellan deltagarna. En deltagare uppmätte högst pH redan efter 10 minuter medan en annan uppmätte högsta pH efter 90 minuter. De slutade dock mäta efter 90 minuter vilket gör att deltagaren kan ha haft ännu högre pH efter denna tid. Tidigare metaanalyser förespråkar att intag bör ske 60-120 minuter innan aktivitet för bäst effekt (13,14). Två studier i denna sammanfattning intog natriumbikarbonat 35 minuter och 50 minuter innan aktivitet med signifikanta prestationsförbättringar (17, 23). Vidare forskning med högre antal deltagare i studierna behövs på hur länge man behåller det höga pH-värde man eftersträvar med intag av natriumbikarbonat för att säkerställa att intaget inte sker för lång tid innan, eller för nära in på aktivitet.

#### *Natriumbikarbonat långvarigt intag*

Samtliga 5 studier som använde sig av långvarigt intag som intervention påvisade signifikanta prestationsförbättringar efter natriumbikarbonat (19, 28, 36-38). Den procentuella prestationseffekten var mellan 2,2-18,7%, vilket liknar de vid akut intag. Signifikanta fysiologiska effekter syntes enbart i 3 av studierna (36-38). Detta kan jämföras med akut intag där samtliga studier uppvisade fysiologiska förändringar, vilket borde teoretiskt korrelera med prestationsförbättring då en ökad mängd  $\text{HCO}_3^-$  i blodet ger en ökad effekt av att buffra  $\text{H}^+$  (11). Ett långvarigt intag av natriumbikarbonat tycks öka chansen för att faktiskt få den prestationseffekt som eftersträvas jämfört med ett akut intag. I beaktning ska dock tas att det har inkluderats fyra gånger så många studier som testar akut intag jämfört med långvarigt intag och jämförelsen kan då bli mindre tillförlitlig på grund av de låga antalet studier vid långvarigt intag. Studiernas långvariga intag skiljde sig även kraftigt åt i mängden natriumbikarbonat, längden på buffringsperioden inför och typen av aktivitet. Antalet studier är få och författarna har inte funnit någon tidigare gjord översiktsartikel kring långvarigt intag. Fler studier på långvarigt intag behövs för att styrka dess effekt på prestation samt vad som händer i kroppen då prestationsförbättringar tycks finnas utan några mätbara fysiologiska effekter.

### *Alkalisk kost*

Tre av de 4 studier som använde sig av alkalisk kost som intervention uppmätte signifikanta prestationseffekter (40-42). En av dem var intag av basiskt vatten som gav en prestationsförbättring på 15% (42). I de 2 studierna som använde sig av PRAL-diet under 4 dagar påvisades signifikanta skillnader i pH i urinen, vilket tyder på att dieten gett fysiologiska effekter (39, 40). I en av dem fanns en prestationsförbättring på 2,3% (40), medans den 2:a inte hade någon signifikant prestationsförbättring (39). I den 3:e studien som använde sig utav PRAL-diet så mätte författarna deltagarnas urin-pH varje morgon för att fastställa  $\geq 7$  pH vid låg PRAL-diet. I genomsnitt tog det 6,8 dagar för deltagarna att uppnå detta med individuella variationer mellan 4 och 9 dagar (41). Detta kan göra att de studier som endast åt PRAL-anpassad diet i 4 dagar inte uppnådde full effekt av interventionen. Detta är något som vidare skulle behöva forskas på med fler och större studier kring effekterna av att äta en kost med lågt PRAL-värde och vad de har för påverkan, dels tidsintervall för att utveckla signifikanta fysiologiska effekter men även prestationsökande effekter. Samt eventuellt möjliga negativa biverkningar och brister med en restriktiv diet, som en låg PRAL-diet är, på grund av det låga animaliska intaget. Vilket skulle kunna leda till ett otillräckligt proteininnehåll om kosten inte utformats korrekt efter individens behov.

### *Biverkningar*

Vi finner inget samband rörande storlek på dosen, typ av aktivitet eller hur lång tid innan man intog natriumbikarbonat och de biverkningar som rapporterats i de inkluderade studierna. Det som går att urskilja är att under akut intag så rapporterades betydligt färre biverkningar från de studier som använt sig av kapslar för att inta natriumbikarbonat jämfört med de studier som använde natriumbikarbonat löst i vatten. Cirka 19% (16 av 83) av deltagarna upplevde biverkningar efter kapslar jämfört med cirka 42% (39 av 92) av deltagarna som upplevde biverkningar efter natriumbikarbonat löst i vatten. Vilket överensstämmer med en tidigare studie gjord av Hilton et al där liknande resultat framkommit (15). Där nämner de att detta tros bero på att natriumbikarbonat i kapslar frisätts senare i magtarmkanalen istället för i magsäcken, vilken kan minska risken för biverkningar (15). Fler studier behövs där de olika intagningsstrategierna jämförs för att konkludera vilken som är bäst för att minska risken för biverkningar. Detta likt slutsatsen i studien gjord av Carr et al som även dem önskar en ökad rapportering kring biverkningar efter intag av natriumbikarbonat (13). I en av de inkluderade studierna i detta arbete, där både långvarigt samt akut intag av natriumbikarbonat används, så fick deltagarna endast biverkningar efter akut intag (3 av 8 stycken) (28). I de inkluderade studierna där långvarigt intag använts så var det 28% utav deltagarna som upplevde biverkningar i de 3 studier där biverkningar skattades (28, 36, 37). Det var endast en av dessa studier som upplevde biverkningar, vilket också var den studie som använde sig av störst mängd natriumbikarbonat (37). Två studier använde sig av en progressiv doseringsstrategi av natriumbikarbonat. Författarna i dessa studier menar att en progressiv ökning skulle minska risken för biverkningar (19, 36). En av dessa studier tar upp biverkningar där ingen av deltagarna rapporterade biverkningar vid ett frågeformulär (36). I den 2:a studien tar de inte upp om deltagarna fick några biverkningar eller ej (19). Doseringsstrategierna varierade något hos dessa 2 studier där ena har en ökning på 50 mg/kg BM varannan dag från 50 till 200 mg/kg BM (19). Den 2:a studien startade på 37.5 mg/kg BM dag 1-2, 75 mg/kg BM dag 3-4, 112 mg/kg BM dag 5-7 och 150 mg/kg BM dag 8-10 (36). Deltagarna delade även upp intaget på 3-4 tillfällen per dag för att åter minska mängden vid en och samma tidpunkt. Bland de studier med alkalisk kost som intervention så fanns det inga som nämnde något om biverkningar, vilket gör att det är svårt att fastställa ifall en sådan intervention medför några akuta biverkningar som påverkar prestationen. Det kan tänkas att det på sikt istället finns andra biverkningar med en restriktiv kost, som exempelvis malnutrition, så det kan vara



svårare att säkerställa ett fullgott näringsintag. Fler studier behövs för att studera mer långvariga effekter av alkalisk diet och dess påverkan på kroppen. Det skulle även vara av intresse att genomföra studier som direkt jämför PRAL-kost och dess prestationseffekter i förhållande till natriumbikarbonat i samma studie.

### *Könsskillnader*

Tidigare metaanalys har diskuterat att effekten av natriumbikarbonat är mindre tydligt redovisat hos kvinnor än hos män (13). Denna litteraturstudie ville därför tydligare redovisa forskningsläget för könsskillnader i prestationsförbättring efter natriumbikarbonat och alkalisk kost. I de 26 studier som inkluderats i arbetet så deltog totalt 314 män och 31 kvinnor. Samt 10 personer från en studie där de inte nämner deltagarnas kön (30). Inte i någon av dessa studier fick man ta del av deltagarnas kön i resultatdelen och därför går det inte att dra några slutsatser angående eventuella könsskillnader i prestation- eller fysiologiska effekter samt biverkningar. Därav vill författarna lyfta att könsskillnader inte är redovisat och att kvinnor är kraftigt underrepresenterade som deltagargrupp i detta arbete. Vidare studier bör redovisa resultaten för de olika grupperna var för sig alternativt redovisa att det inte är någon könsskillnad om så är fallet.

### *Övriga fynd*

I en studie rapporterades att deltagarna behöll mer vätska, retention, efter intag av natriumbikarbonat-berikat vatten. Vilket visades genom att de kissade 53% mindre volym jämfört med placebo (38). Då natriumbikarbonat innehåller stora mängder salt (Na<sup>+</sup>), så är det troligt att kroppen behåller mer vätska för att bibehålla en jämn saltbalans. Enligt EFSA (Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet) bör man inte inta mer än cirka 2 gram (g) natrium om dagen, vilket kan beräknas till cirka 5 g bordssalt om dagen (43).

Innehållsförteckningen på Santa Marias natriumbikarbonat redovisar att deras natriumbikarbonat innehåller är ca 67,5 g salt per 100 g natriumbikarbonat. Detta resulterar i att en person som väger 75 kg och intar 300 mg/kg BM natriumbikarbonat, vilket blir cirka 23 g natriumbikarbonat, som resulterar i en saltmängd på ca 16 g salt. Detta är över 3 gånger den högsta rekommenderade dagliga intaget av salt enligt EFSA (43). Ett högt saltintag kan leda till förhöjt blodtryck som är associerat med ökad risk för stroke och hjärt- kärlsjukdomar (43, 44). Det kan därför vara lämpligt att ha sitt blodtryck under uppsikt om man ska inta större mängder salt (natrium) kontinuerligt, samt avstå helt ifall man är i riskgrupp för högt blodtryck.

Fyra studier intog även natriumbikarbonat akut tillsammans med andra substrat såsom  $\beta$ -alanin (29, 35), koffein (22), samt "ketone monoester" (32). Endast de 2 studier som innefattade  $\beta$ -alanin uppvisades signifikanta prestationsökningar (29, 35). I en av dessa studier där enbart intag av natriumbikarbonat resulterade i en signifikant ökning på 3.0% så gav ett kombinerat intag av natriumbikarbonat tillsammans med  $\beta$ -alanin ytterligare 0.2 procentenheter förbättring (29). I den andra studien gav enbart  $\beta$ -alanin en signifikant prestationsökning med 12.1% och natriumbikarbonat kombinerat med  $\beta$ -alanin gav en signifikant prestationsökning med 16,2% (35). Utifrån denna observation så tycks en kombination av  $\beta$ -alanin och natriumbikarbonat kunna ge ytterligare positiva prestationsförbättringar jämfört med enbart natriumbikarbonat. Det var enbart 2 studier som testade detta, vilket gör att fler studier behövs för att styrka detta resultat.

### *Aerobt/Anaerobt*

I de 19 studierna som intog natriumbikarbonat akut genomfördes 20 tester. Femton studier innehöll test som ansågs vara aeroba (17-26, 28, 29, 32, 33, 35). Varav 10 gav signifikanta förbättringar (~67%) (17-19, 21, 23, 26, 28, 29, 33, 35). Fem studier innehöll test som ansågs anaeroba ( $\leq 1$  min) (19, 27, 30, 31, 34). Varav 2 stycken gav signifikanta förbättringar (40%)

(27, 34). I studierna som intog natriumbikarbonat långvarigt genomfördes 6 tester och samtliga gav signifikanta prestationsförbättringar. Tre studier innehöll test som ansågs vara aeroba (19, 28, 36). Tre studier innehöll test som ansågs anaeroba (19, 28, 37,). Majoriteten av testen som ansågs aeroba utförde aktiviteter mellan 1-10 minuter. En studie uppmätte signifikanta effekter efter 30 minuters aktivitet (26), medan de studier vars aktiviteter var längre än 30 minuter inte gav någon signifikant effekt (25, 32). Intag av natriumbikarbonat tycks i denna litteratursammanfattning ge signifikant effekt vid anaeroba aktiviteter samt aeroba aktiviteter under 30 minuter. I studier där alkalisk kost undersöktes innefattas 2 test som ansågs aeroba (41, 42) och 2 test som ansågs anaeroba (39, 40). De 2 studier med aeroba tester resulterade i förbättringar  $\geq 15\%$ . De 2 test som ansågs anaeroba visade på 2,3% effekt i ett av testen (40) och ingen effekt i det andra (39). Detta resultat tyder på att alkalisk kost förbättrar individens aeroba kapacitet vid aktiviteter som varar mellan 1-3 minuter. Detta i större utsträckning jämfört med anaeroft arbete som varar  $\leq 1$  minut. Tiden på de aeroba testerna för alkalisk kost varade enbart som längst 3 minuter vilket är kortare tid än de aeroba testerna för natriumbikarbonat, vilket gör det svårt att se skillnader eller likheter på de båda interventionerna för längre durationer. Vidare forskning behövs för att fastställa ifall alkalisk kost kan ha prestationseffekter på aktiviteter längre än 3 minuter då det saknas studier inom detta område.

### *Implikationer*

Denna litteratursammanfattning har enbart crossover-studier med förhållandevis få deltagare i varje studie. Större RCT-studier skulle med större säkerhet kunna visa på samband mellan de olika interventionerna och dess möjliga effekt. Sådana studier är dock, enligt vår vetenskap, inte gjorda. Styrkan i vår sammanställning av enbart crossover-studier är att det finns stora likheter i studiedesign mellan de olika studierna som bidrar till att de enklare kan jämföras med varandra. Det fanns också stora likheter bland deltagarna i de olika studierna såsom ålder och träningsbakgrund, vilket gör gruppen mer homogen. Trots detta finns det skillnader kring utförandet i typ av fysiska test och typ av mätmetod. Detta gör det svårt att direkt kunna jämföra deltagarna på individnivå då inte heller varje enskild deltagares resultat går att urskilja i de inkluderade studierna. En begränsning i vårt sökblock med att kombinera ”train\*, achievement, performance, exercise” med AND ”anaerobic threshold, lactic acid, anaerob\*” i stället för med OR och detta kan ha gjort att vi missat studier som borde inkluderats. Studierna i denna litteraturstudie finns publicerade på de olika databaser som sökningarna skett i (Pubmed, Cinahl och Cochrane). Efter vidare efterforskning kunde det dock konstateras att samtliga inkluderade studier finns att tillgå via Pubmed. Studierna som innefattar alkalisk kost är förhållandevis få, vilket försvårar möjligheten att se eventuella samband mellan denna intervention och prestationsförbättringar eller biverkningar. I denna studie begränsade vi oss till endast alkalisk kost och natriumbikarbonat. I en framtida litteratursammanfattning skulle det vara intressant att inkludera andra likvärdiga ämnen som gör kroppen mer basisk, t.ex Natriumcitrat.

### *Betydelse/klinisk relevans*

Intag av natriumbikarbonat eller alkalisk kost är likt koffein eller  $\beta$ -alanin, inte dopingklassat och kan därför vara ett avgörande tillskott för att prestera för atleter som är på den absoluta toppen av sin idrott. Effekten av natriumbikarbonat och alkalisk kost i denna litteratursammanfattning skiljer sig kraftigt åt mellan olika individer. Detta gällande hur stort intag man ska ta för att få en maximal prestationseffekt utan att det medför biverkningar som kan påverka prestationen negativt. Även hur lång tid innan aktivitet intaget bör göras och ifall det ska vara ett akut eller ett långvarigt intag. Därför bör dessa interventioner testas i någon form av tävlingssimulering på träning för att finna en individuellt optimerad strategi för tävling. Även idrottare på lägre nivåer än den yttersta eliten kan ha nytta av dessa

prestationsförbättringar men det är viktigt att ha i åtanke att det finns många andra saker som under ett längre perspektiv kan ge liknande och bättre prestationsförbättringar för dessa individer (45). Såsom exempelvis tillräckligt med sömn, näringsriktig mat, en bra vätske- och saltbalans och ett bra träningsprogram med eventuell forntoppning inför viktiga tävlingar (46). Anledningen till att det finns relativt få studier på alkalisk kost och dess eventuellt prestationshöjande effekter skulle kunna vara att det kan upplevas svårt och krävande att ändra och bibehålla ett nytt kostintag, både som intervention i studier och i verkliga livet. Samt att målgruppen för alkalisk kost som prestationshöjare är, likt natriumbikarbonat, väldigt liten och nästan enbart aktuell inom elitidrottens värld. Dock är det där dessa små effekter kan ha mycket stor betydelse, för resultaten i en tävling. Det skulle vidare vara av stort intresse att genomföra en större studie, för att undersöka PRAL-kostens möjliga fördelar och implementering för en hårt tränande atlet. Detta skulle med fördel genomföras tillsammans med en dietist för att säkerställa ett optimalt näringsintag och energibehov i samband med en restriktiv diet såsom PRAL.

## Slutsats

I denna litteratursammanfattning fastställs det att oberoende av vilken typ av basiskt intag man väljer, alkalisk kost eller natriumbikarbonat, så finns stora individuella skillnader både vad gäller doseffekt, optimal tid för intag samt vilka och hur stora biverkningar man upplever. Därför bör interventionerna testas vid tävlingssimulering på träning för att finna en optimal individuell strategi innan det implementeras i tävlingssammanhang.

- Natriumbikarbonat konstateras ge en prestationsökande effekt i 68% (15 av 22) av studierna. Det går ej att fastställa ifall intaget ger störst effekt vid aerobt eller anaerobt arbete.
- Intag av natriumbikarbonat kan ge biverkningar i varierande grad men ger betydligt färre biverkningar i kapslar jämfört med natriumbikarbonat upplöst i vatten. I de studier som mätte biverkningar upplevdes dessa hos 31% (68 av 222) av deltagarna.
- Utifrån de inkluderade studierna kan slutsatsen dras att alkalisk kost verkar ge prestationsökande effekter i 75% (3 av 4) av studierna. Effekterna tycks vara störst vid aeroba aktiviteter mellan 2–3 minuter.
- Ingen av studierna som inkluderade alkalisk kost nämnde något om biverkningar.
- Ingen av studierna som inkluderades i arbetet beskrev könsskillnader i sin studie. Det går ej att fastställa ifall könsskillnader finns avseende ovanstående frågeställningar.

Enligt de resultat som framkommit är ett långvarigt intag av natriumbikarbonat den effektivaste metoden för att få signifikanta prestationsförbättringar, vilket uppmättes i 100% (5 av 5) av studierna. Dock så bör den hälsopåverkande effekten av ett högt saltintag och andra möjliga hälsoeffekter/biverkningar tas i beaktning vid brukning av natriumbikarbonat. Det kan tänkas att en "PRAL-diet" bör vara mer hälsosamt jämfört med natriumbikarbonat då intaget av salt i regel är lägre vid denna typ av diet. Vidare forskning behövs med fler studier på området alkalisk kost för att kunna fastställa de observerade effekterna som detta arbete har beskrivit.

## Referenslista:

1. Bonora M, Patergnani S, Rimessi A, De Marchi E, Suski JM, Bononi A, et al. ATP synthesis and storage. *Purinergic Signal*. **2012** Sep;8(3):343-57.
2. Hargreaves M, Spriet LL. Skeletal muscle energy metabolism during exercise. *Nat Metab*. **2020** Sep;2(9):817-28.
3. Murphy RM, Watt MJ, Febbraio MA. Metabolic communication during exercise. *Nat Metab*. **2020** Sep;2(9):805-16.
4. Van Hall G, Strømstad M, Rasmussen P, Jans O, Zaar M, Gam C, et al. Blood lactate is an important energy source for the human brain. *J Cereb Blood Flow Metab*. **2009** Jun;29(6):1121-9.
5. Péronnet F, Aguilaniu B. Lactic acid buffering, nonmetabolic CO<sub>2</sub> and exercise hyperventilation: a critical reappraisal. *Respir Physiol Neurobiol*. **2006** Jan 25;150(1):4-18.
6. Psilander N. The effect of different exercise regimens on mitochondrial biogenesis and performance [doktorsavhandling internet]. Stockholm: Karolinska Institutet; **2014** [citerad 2022 februari 10]. Hämtad från: <https://gih.diva-portal.org/smash/get/diva2:766681/FULLTEXT01.pdf>
7. Ørtenblad N, Nielsen J, Boushel R, Söderlund K, Saltin B, Holmberg HC. The Muscle Fiber Profiles, Mitochondrial Content, and Enzyme Activities of the Exceptionally Well-Trained Arm and Leg Muscles of Elite Cross-Country Skiers. *Front Physiol*. **2018** Aug 2;9:1031.
8. Jones DA, Rutherford OM, Parker DF. Physiological changes in skeletal muscle as a result of strength training. *Q J Exp Physiol*. **1989** May;74(3):233-56.
9. Schwalfenberg GK. The alkaline diet: is there evidence that an alkaline pH diet benefits health? *J Environ Public Health*. **2012**;2012:727630.
10. Remer T, Manz F. Potential renal acid load of foods and its influence on urine pH. *J Am Diet Assoc*. **1995** Jul;95(7):791-7.
11. Casey JR. Why bicarbonate? *Biochem Cell Biol*. **2006** Dec;84(6):930-9.
12. Dennig H, Talbott JH, Edwards HT, Dill DB. Effect of acidosis and alkalosis upon capacity for work. *J Clin Invest*. **1931** Feb;9(4):601-13
13. Carr AJ, Hopkins WG, Gore CJ. Effects of acute alkalosis and acidosis on performance: a meta-analysis. *Sports Med*. **2011** Oct 1;41(10):801-14.
14. Peart DJ, Siegler JC, Vince RV. Practical recommendations for coaches and athletes: a meta-analysis of sodium bicarbonate use for athletic performance. *J Strength Cond Res*. **2012** Jul;26(7):1975-83.
15. Hilton NP, Leach NK, Sparks SA, Gough LA, Craig MM, Deb SK, et al. A Novel Ingestion Strategy for Sodium Bicarbonate Supplementation in a Delayed-Release Form: a Randomised Crossover Study in Trained Males. *Sports Med Open*. **2019** Jan 24;5(1):4.
16. SBU. Utvärdering av metoder i hälso- och sjukvården och insatser i socialtjänsten: en metodbok. Stockholm: Statens beredning för medicinsk och social utvärdering (SBU); **2020**. Hämtad 2022-03-07. Available from: <https://www.sbu.se/metodbok>
17. Ferreira LHB, Smolarek AC, Chilibeck PD, Barros MP, McAnulty SR, Schoenfeld BJ, et al. High doses of sodium bicarbonate increase lactate levels and delay exhaustion in a cycling performance test. *Nutrition*. **2019** Apr;60:94-9.
18. Gurton WH, Gough LA, Sparks SA, Faghy MA, Reed KE. Sodium Bicarbonate Ingestion Improves Time-to-Exhaustion Cycling Performance and Alters Estimated

- Energy System Contribution: A Dose-Response Investigation. *Front Nutr.* **2020** Sep 8;7:154.
19. Durkalec-Michalski K, Nowaczyk PM, Adrian J, Kamińska J, Podgórski T. The influence of progressive-chronic and acute sodium bicarbonate supplementation on anaerobic power and specific performance in team sports: a randomized, double-blind, placebo-controlled crossover study. *Nutr Metab (Lond).* **2020** May 24;17:38.
  20. Lopes-Silva JP, Da Silva Santos JF, Artioli GG, Loturco I, Abbiss C, Franchini E. Sodium bicarbonate ingestion increases glycolytic contribution and improves performance during simulated taekwondo combat. *Eur J Sport Sci.* **2018** Apr;18(3):431-440.
  21. Freis T, Hecksteden A, Such U, Meyer T. Effect of sodium bicarbonate on prolonged running performance: A randomized, double-blind, cross-over study. *PLoS One.* **2017** Aug 10;12(8):e0182158.
  22. Higgins MF, Wilson S, Hill C, Price MJ, Duncan M, Tallis J. Evaluating the effects of caffeine and sodium bicarbonate, ingested individually or in combination, and a taste-matched placebo on high-intensity cycling capacity in healthy males. *Appl Physiol Nutr Metab.* **2016** Apr;41(4):354-61.
  23. Krustup P, Ermidis G, Mohr M. Sodium bicarbonate intake improves high-intensity intermittent exercise performance in trained young men. *J Int Soc Sports Nutr.* **2015** Jun 4;12:25.
  24. Froio de Araujo Dias G, da Eira Silva V, de Salles Painelli V, Sale C, Giannini Artioli G, Gualano B, et al. (In)Consistencies in Responses to Sodium Bicarbonate Supplementation: A Randomised, Repeated Measures, Counterbalanced and Double-Blind Study. *PLoS One.* **2015** Nov 17;10(11):e0143086.
  25. Northgraves MJ, Peart DJ, Jordan CA, Vince RV. Effect of lactate supplementation and sodium bicarbonate on 40-km cycling time trial performance. *J Strength Cond Res.* **2014** Jan;28(1):273-80.
  26. Egger F, Meyer T, Such U, Hecksteden A. Effects of Sodium Bicarbonate on High-Intensity Endurance Performance in Cyclists: A Double-Blind, Randomized Cross-Over Trial. *PLoS One.* **2014** Dec 10;9(12):e114729.
  27. Duncan MJ, Weldon A, Price MJ. The effect of sodium bicarbonate ingestion on back squat and bench press exercise to failure. *J Strength Cond Res.* **2014** May;28(5):1358-66.
  28. Driller MW, Gregory JR, Williams AD, Fell JW. The effects of serial and acute NaHCO<sub>3</sub> loading in well-trained cyclists. *J Strength Cond Res.* **2012** Oct;26(10):2791-7.
  29. Bellinger PM, Howe ST, Shing CM, Fell JW. Effect of combined  $\beta$ -alanine and sodium bicarbonate supplementation on cycling performance. *Med Sci Sports Exerc.* **2012** Aug;44(8):1545-51.
  30. Zabala M, Peinado AB, Calderón FJ, Sampedro J, Castillo MJ, Benito PJ. Bicarbonate ingestion has no ergogenic effect on consecutive all out sprint tests in BMX elite cyclists. *Eur J Appl Physiol.* **2011** Dec;111(12):3127-34.
  31. Matsuura R, Arimitsu T, Kimura T, Yunoki T, Yano T. Effect of oral administration of sodium bicarbonate on surface EMG activity during repeated cycling sprints. *Eur J Appl Physiol.* **2007** Nov;101(4):409-17.
  32. Poffé C, Ramaekers M, Bogaerts S, Hespel P. Bicarbonate Unlocks the Ergogenic Action of Ketone Monoester Intake in Endurance Exercise. *Med Sci Sports Exerc.* **2021** Feb 1;53(2):431-41.
  33. Deb SK, Gough LA, Sparks SA, McNaughton LR. Determinants of curvature constant (W') of the power duration relationship under normoxia and hypoxia: the effect of pre-exercise alkalosis. *Eur J Appl Physiol.* **2017** May;117(5):901-12.

34. Miller P, Robinson AL, Sparks SA, Bridge CA, Bentley DJ, McNaughton LR. The Effects of Novel Ingestion of Sodium Bicarbonate on Repeated Sprint Ability. *J Strength Cond Res.* **2016** Feb;30(2):561-8.
35. Sale C, Saunders B, Hudson S, Wise JA, Harris RC, Sunderland CD. Effect of  $\beta$ -alanine plus sodium bicarbonate on high-intensity cycling capacity. *Med Sci Sports Exerc.* **2011** Oct;43(10):1972-8.
36. Durkalec-Michalski K, Zawieja EE, Podgórski T, Łoniewski I, Zawieja BE, Warzybok M, et al. The effect of chronic progressive-dose sodium bicarbonate ingestion on CrossFit-like performance: A double-blind, randomized cross-over trial. *PLoS One.* **2018** May 17;13(5):e0197480.
37. Oliveira LF, de Salles Painelli V, Nemezio K, Gonçalves LS, Yamaguchi G, Saunders B, et al. Chronic lactate supplementation does not improve blood buffering capacity and repeated high-intensity exercise. *Scand J Med Sci Sports.* **2017** Nov;27(11):1231-1239.
38. Chycki J, Kostrzewa M, Maszczyk A, Zajac A. Chronic Ingestion of Bicarbonate-Rich Water Improves Anaerobic Performance in Hypohydrated Elite Judo Athletes: A Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health.* **2021** May 6;18(9):4948.
39. Limmer M, Sonntag J, de Marées M, Platen P. Effects of an Alkalinizing or Acidizing Diet on High-Intensity Exercise Performance under Normoxic and Hypoxic Conditions in Physically Active Adults: A Randomized, Crossover Trial. *Nutrients.* **2020** Mar 4;12(3):688.
40. Limmer M, Eibl AD, Platen P. Enhanced 400-m sprint performance in moderately trained participants by a 4-day alkalinizing diet: a counterbalanced, randomized controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr.* **2018** May 31;15(1):25.
41. Caciano SL, Inman CL, Gockel-Blessing EE, Weiss EP. Effects of dietary Acid load on exercise metabolism and anaerobic exercise performance. *J Sports Sci Med.* **2015** May 8;14(2):364-71.
42. Steffl M, Kinkorova I, Talar K, Jandova T, Moulisova K, Omcirk D, et al. The Effects of High Mineral Alkaline Water Consumed Over Three Consecutive Days on Reaction Time Following Anaerobic Exercise - A Randomized Placebo-Controlled Crossover Pilot Study. *J Hum Kinet.* **2021** Mar 31;78:111-9.
43. EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA), Turck D, Castenmiller J, de Henauw S, Hirsch-Ernst KI, Kearney J, Knutsen HK et al. Dietary reference values for sodium. *EFSA J.* **2019** Sep 4;17(9):e05778.
44. Farquhar WB, Edwards DG, Jurkovitz CT, Weintraub WS. Dietary sodium and health: more than just blood pressure. *J Am Coll Cardiol.* **2015** Mar 17;65(10):1042-50.
45. Kellmann M, Bertollo M, Bosquet L, Brink M, Coutts AJ, Duffield R, et al. Recovery and Performance in Sport: Consensus Statement. *Int J Sports Physiol Perform.* **2018** Feb 1;13(2):240-5.
46. Mujika I. Intense training: the key to optimal performance before and during the taper. *Scand J Med Sci Sports.* **2010** Oct;20 Suppl 2:24-31.

## Bilagor

### Bilaga 1

PubMed 2022-02-23	Sökord	Antal Träffar
#1	((((("alkaline diet"[Title/Abstract]) OR ("metabolic alkalosis"[Title/Abstract])) OR (alkaline[Title/Abstract])) OR ("acid load"[Title/Abstract])) OR (pral[Title/Abstract])) OR (alkalos*[Title/Abstract])) OR (bicarbonate[Title/Abstract])	174 970
#2	(((train*[Title/Abstract]) OR (Achievement[Title/Abstract])) OR (performance[Title/Abstract])) OR (exercise[Title/Abstract])	1 906 357
#3	(((Anaerobic Threshold*) OR ("lactic acid"[Mesh])) OR (anaerob*)) OR ("anaerobic Threshold"[Mesh]) OR ("lactic acid")	174 895
#4	#1 AND #2 AND #3	607

Bilaga 2.

Cochrane Library 2022-02-23	Sökord	Antal träffar
#1	("alkaline diet"):ti,ab,kw OR ("metabolic alkalosis"):ti,ab,kw OR (alkaline):ti,ab,kw OR ("acid load"):ti,ab,kw OR (alkalos*):ti,ab,kw OR (bicarbonate):ti,ab,kw OR (pral):ti,ab,kw	11 415
#2	(train*):ti,ab,kw OR (Achievement):ti,ab,kw OR (performance):ti,ab,kw OR (exercise):ti,ab,kw	544931
#3	(Anaerobic Threshold*):ti,ab,kw OR (anaerob*):ti,ab,kw OR ("lactic acid"):ti,ab,kw	8434
#4	MeSH descriptor: [Anaerobic Threshold] explode all trees	528
#5	MeSH descriptor: [Lactic Acid] explode all trees	2409
#6	#3 OR #4 OR #5	8439
#7	#1 AND #2 AND #6	225



### Bilaga 3.

CINAHL 2022-02-23	Sökord	Antal träffar
#1	"alkaline diet" OR "metabolic alkalosis" OR alkaline OR "acid load" OR pral OR alkalos* OR bicarbonate	12 609
#2	train* OR Achievement OR performance OR exercise	689 431
#3	"lactic acid" OR Anaerobic Threshold* OR anaerob*	12 550
#4	#1 AND #2 AND #3	83