

SAMMANFATTNING

Rekommendationerna för hur träning bör formas för att ge största möjliga hälsovinster har ändrats genom tiderna. Under 90-talet sökte man en nedre gräns gällande intensitet på träningen för att få en träningseffekt. Under 2000-talet växte sedan tankar kring träning på recept fram och koncepten FaR och FYSS myntades. Syftet med träning på recept är dubbelt, både primär- och sekundärprevention. Vid primärprevention vill man förhindra att sjukdom uppstår. Vid sekundärprevention är syftet att behandla och/eller mildra symtom från redan uppkommen sjukdom. Vid primärprevention då man vill stärka hälsan i stort är generella tränings- och livsstilsrekommendationer lämpliga. Vid sekundärprevention däremot krävs sjukdomsspecifika råd. Om syftet med träningen primärt är att öka cellernas känslighet för insulin, som för personer med typ 2-diabetes, kommer träningens intensitet och frekvens att vara av stor betydelse. På forskningsfronten idag söker man dessa sjukdomsspecifika men även individspecifika träningsråd, eftersom man även ser att individer med samma diagnos reagerar olika på samma träningsrekommendation.

Högintensiv träning

En träningsform med möjlighet att påverka metabolismen



FOTO: ERIK SKOGH

ÅSA TORNBERG

med.dr, leg. sjukgymnast,
Institutionen för hälsa,
vård och samhälle, Lunds
Universitet

Under 2000-talet växte tankar kring träning på recept fram och koncepten FaR och FYSS myntades. Syftet med träning på recept är egentligen dubbelt, både primär- och sekundärprevention. Vid primärprevention vill man förhindra att sjukdom uppstår medan man vid sekundärprevention vill behandla och/eller mildra symtom från redan uppkommen sjukdom. Det är två olika syften som kräver olika strategier.

Vid primärprevention är syftet inte att förhindra en sjukdom, utan man vill stärka hälsan i stort. Med hjälp av träning påverkas det allmänna välbefinnandet och risken för att insjukna i olika sjukdomar minskar. Vid primärprevention är mer generella tränings- och livsstilsrekommendationer lämpliga. Syftet med träning är då att förbättra konditionen, öka muskelstyrka, förbättra balans och koordination samt rörlighet. Ur ett fysiologiskt perspektiv vill man förbättra hjärtats pumpförmåga, öka lungornas kapacitet att ta upp syre ur luften, öka blodets kapacitet att transportera syret till de arbetande musklerna, förbättra kärlens förmåga att dirigera blodflödet samt att avge syre och ta upp slaggprodukter från musklerna. Syftet med träningen är också att påverka den *metabola fitnessen*, det vill

säga hur bra man är på att växla mellan olika energisystem och att använda rätt system vid rätt tillfälle.

När det gäller sekundärprevention däremot är syftet att påverka en specifik sjukdom genom träning, vilket ställer krav på sjukdomsspecifika träningsråd. Senare i denna artikel kommer träning vid typ 2-diabetes att diskuteras som ett exempel på sekundärprevention.

All träning måste anpassas till den individ som skall utföra den och till det syfte man har med träningen utifrån om man vill öka konditionen, styrkan, koordinationen, rörligheten eller den metabola kapaciteten i muskulaturen. Dosen av träning kommer att avgöra storleken på tränings-effekten, det vill säga det finns ett dos-respons-samband.

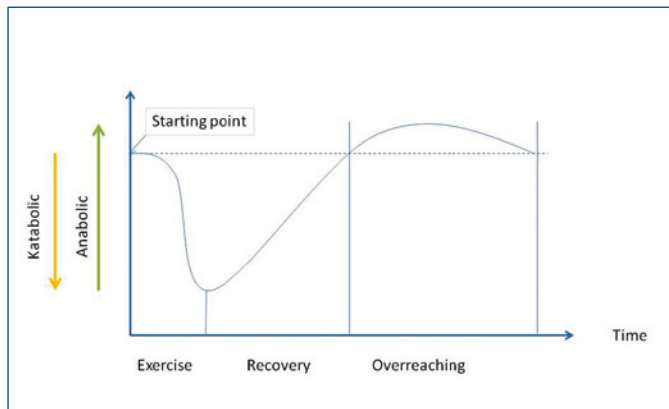
Generella principer för träning

När träning skall förskrivas finns principer att tillgå som ger stöd för planering och genomförande:

Specificitetsprincipen

Kroppen kommer att anpassa sig till den träning som genomförs. Träningen måste planeras så att man påverkar de kvalitéer man vill påverka i kroppen.

Träningsseffekt – ett träningstillfälle



Individprincipen

Träningen måste anpassas till den person som skall genomföra träningen och dess förutsättningar. Är individen gammal eller ung, kvinna eller man, vältränad eller otränad, frisk eller sjuk?

Överbelastningsprincipen

För att träningen skall öka den förmåga som tränas måste kroppen överbelastas. Under återhämtningen efter träningspasset kommer kroppen att överkompensera för överbelastning som skett. En akut respons på träningen har skett. Adderar man sedan flera träningspass efter varandra kommer kroppen att anpassa sig till den nya belastningsnivån, en *långtidsrespons* på träningen har skett.

Återhämtning

För att en överkompensation skall kunna ske måste återhämtning mellan passen ske.

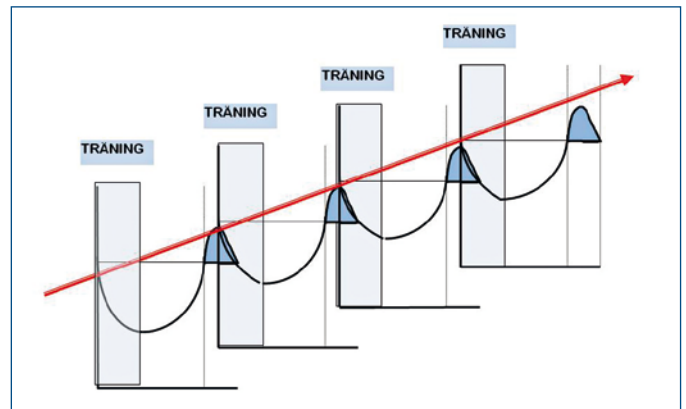
Progressionsprincipen

Efter en tids träning när kroppen har anpassat sig till den nya belastningsnivån, kommer ingen ytterligare träningsrespons att ske om man inte ändra belastningen. Utvecklingen, progressionen, gör att kroppen nu måste anpassa sig till den nya belastningsnivån och en ytterligare träningsrespons kan ske.

Dosering av träning

Träningsresponsen kommer att vara beroende av hur ofta träningen genomförs (*frekvensen*), hur hård träningen är (*intensiteten*), hur länge träningen genomförs (*tid*) samt vilken sorts träning man gör (*typ*). Intensiteten är ett relativt begrepp; det vill säga hur hård träningen är beror på hur tränad individen är och inte på vilken sorts träning som genomförs. Frekvens och tid är absoluta begrepp som mäts i antal och en tidsenhet.

Träningsseffekt – Upprepade träningstillfälle



Figur 1. Överbelastningsprincipen. För att träningen skall öka den förmåga som tränas måste kroppen överbelastas. Under återhämtningen efter träningspasset kommer kroppen att överkompensera för överbelastning som skett. En akut respons på träningen har skett. Adderar man sedan flera träningspass efter varandra kommer kroppen att anpassa sig till den nya belastningsnivån, en *långtidsrespons* på träningen har skett.

Utvärdering av träningsseffekten

Vid all förskrivning av träning måste effekten av träningen utvärderas. För att träningen skall gå att utvärdera måste man veta vad det är man vill påverka med sin träning (syrgasupptag, muskelstyrka, metabolkontroll). Före träningsperioden genomför man ett lämpligt test och/eller blodprov. Under träningsperioden är det önskvärt att den som tränar på något sätt registrerar sin träning, detta för att det resultat man får efter träningsperioden skall gå att utvärdera.

Non-responders

Alla människor svarar inte på träning på samma vis. Oroväckande rapporter om så kallade non-responders inom träningsstudier har kommit genom åren. Med non-responders menar man individer som trots att de tränar inte uppnår de förväntade hälsoeffekterna. En möjlig orsak för att förklara dessa utblivna hälsoeffekter har varit att dessa individer helt enkelt inte har följt träningsrekommendationerna i hemmet. Träningen har på så sätt inte uppnått den avsedda dosen. För att kontrollera detta har studier genomförts med träning under ledning av en instruktör. Deltagarna i studierna har då genomfört träningen i större uträkning som det har varit tänkt, men det har fortfarande funnits de individer som inte fått något träningsresultat. Förklaringsmodellen har då varit att de individer som inte fått något resultat från träningen har kompenserat träningstillfällena i studien genom att vara mer inaktiva mellan träningstillfällena jämfört med tidigare. Problemet med denna förklaringsmodell är att det inte har funnits något tillförlitligt sätt att mäta detta på under längre perioder.

Under de senaste åren har gentekniken utvecklats mycket snabbt, vilket har gjort det möjligt både tekniskt och ekonomiskt att genomföra genanalyser ➤

- i större skala. Detta har öppnat ett nytt forskningsfält där analys av samspelet mellan gener och miljö blivit möjligt. Ur denna forskningstradition har det vuxit teorier om att vi kommer att svara olika på träning utifrån hur våra gener ser ut.

Det finns idag ännu inte någon konsensus kring konceptet "non-responders". Finns det individer som på grund av sin genetik inte uppvisar tränings-effekter? Eller har tidigare studier varit för dåligt kontrollerade vad det gäller NEAT (Non-exercise activity thermogenesis), det vill säga den fysiska aktivitetsgrad som försökspersonerna har mellan träningspassen? En annan möjlig förklaring är att träningen varit feldesignad för målgruppen och syftet med träningen.

På forskningsfronten idag söker man sjukdoms-specifika såväl som individspecifika träningsråd, eftersom man även ser att individer med samma diagnos reagerar olika på samma träningsrekommendation.

Muskulaturen som endokrint och metabolt organ

Traditionellt inom fysioterapi så har man inte betraktat muskulaturen som ett metabolt och endokrint organ. Börjar man se på muskulaturen även på detta sätt och inte enbart som det organ som producerar

kraft och rörelse, påverkar det hur man förskriver träning och vilka parametrar man använder för att utvärdera effekten av träning.

Tanken att muskulaturen är ett endokrint organ innebär att musklerna producerar ämnen (myokiner) som i sin tur påverkar andra organ och/eller system i kroppen. Ny forskning har visat att fysisk inaktivitet/fysisk aktivitet kommer att påverka vilka sorters myokiner som kommer att produceras i kroppen (1). Myokiner som skapas vid fysisk aktivitet balanserar ämnen (cytokiner) som skapas i bland annat fettväv och framförallt i buk fettväv. Dessa cytokiner kan skapa en lågradig inflammation i kroppen, som i sig kan öka risken för att drabbas av många olika livsstilssjukdomar som till exempel typ 2-diabetes, hjärt-kärlsjukdom, cancer och demens.

Ser man på muskulaturen som ett metabolt organ, där man vill påverka olika energisystem, måste designen och utvärderingen av träningen vara anpassad till detta. Ur detta sätt att se på muskulaturen har tankar och teorier kring högentensiv intervallträning vuxit fram. Med högentensiv träning vill man framförallt påverka glukosmetabolismen. Det man har sett i olika vetenskapliga studier är att man även har fått effekt på det oxidativa systemet med högentensiv träning, vilket kan tyckas motsägelsefullt med tanke på specificitetsprincipen.

INTENSITET, DURATION OCH SUBSTRATUTNYTTJANDE

Musklerna behöver energi för att kunna arbeta i form av ATP (adinosintrifosfat). ATP bildas via framförallt kolhydrater och fett som vi får via kosten. Både kolhydrater och fett kan lagras i kroppen. Kolhydrater lagras i musklerna och i levern, fett lagras i depåer under huden och inne i buken.

I muskelcellerna kan ATP bildas på tre olika sätt. Dels genom redan lagat ATP och CrP (kreatinfosfat), så kallad alaktasid energiproduktion. Musklerna får ATP från detta energisystem under de första 8–10 sekunderna av ett arbete med konstant belastning samt vid absolut maximal intensitet på arbetet (se figur 2). Fortsätter arbetet vid samma belastning under längre tid måste ATP skapas på annat sätt. Nästa energisystem som aktiveras är det glykolytiska energisystemet. ATP kommer att bildas av att glukos bryts ned i cellen utan syre, så kallad anaerob energiproduktion.

I samband med glykolysen kommer mjölksyra att bildas. Glykolysen svarar för

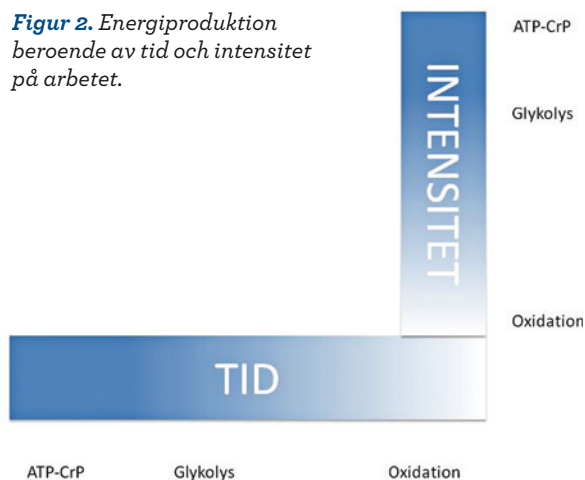
ATP-produktion i upp till 2 minuter efter påbörjat arbete och vid högentensivt arbete. Vid arbete på samma belastning som överstiger 2 minuter kommer ATP att bildas via oxidation i muskelcellernas mitokondrier, så kallad aerob energiproduktion. Vid aerob energiproduktion kan både kolhydrater och fett användas för att skapa ATP. Aerob energiproduktion används framförallt vid långvarigt låg- och medelintensivt arbete.

Varje gång som intensiteten i arbetet höjs kommer de olika energisystemen att aktiveras i samma ordning via det alaktasida, anaeroba och det aeroba energisystemet samt med omvänd ordning när intensiteten på arbetet sänks.

Denna princip utnyttjas

vid intervallträning. Intervallträningen stimulerar cellerna till att utnyttja de olika energisystemen. Längden på intervallerna och vilan mellan intervallerna kommer att styra vilka energisystem som stimuleras mest.

Figur 2. Energiproduktion beroende av tid och intensitet på arbetet.



”Insulinkänsligheten påverkas positivt av fysisk aktivitet.”

Högintensiv intervallträning

När man tittar över tid hur rekommendationer kring träning för hälsa har sett ut, så sökte man under 90-talet en nedre gräns gällande intensitet på träningen för att få en träningseffekt. Tankarna kring denna strategi var att man ville öka motivationen för träning genom att inte göra den så ansträngande och därigenom göra upplevelsen av träningen mer positiv. Baksidan med denna strategi är att man måste lägga ner mycket tid på träningen för att få en önskad effekt av träningen.

Den senaste tiden har konceptet HIIT (*High Intensity Interval Training*) fått stor uppmärksamhet i media. Vad man vill åstadkomma med detta koncept är att med hög intensitet under korta intervaller maximera träningseffekterna.

Högintensiv intervallträning (HIIT) innebär korta, mycket högintensiva arbetsperioder med vila emellan. Ett förekommande träningsprotokoll vid forskning av HIIT är 30 sekunders maximalt arbete, så kallat ”all-out” med 4 minuters vila mellan arbetena. I början på en träningsperiod genomförs fyra arbeten och ökas successivt till sex arbeten med vila mellan. Träningen genomförs tre till fyra gånger i veckan.

Det har visat sig att HIIT verkar ge liknande effekter som medelintensiv, kontinuerlig träning med avseende på den anpassning som sker i skelettmuskulaturen, med ökad oxidativ kapacitet i muskelcellerna. Vid analys av oxidativ kapacitet i muskelcellerna studeras ofta en biomarkör, PGC1- α , som anses vara huvudregulator av mitokondrieproduktion och mitokondriefunktion. Man har sett ökad produktion av PGC 1- α , vid HIIT (6). Det är enbart i mitokondrien som oxidation, förbränning med syre, kan ske. Ökat antal mitokondrier samt effektivare mitokondrier innebär att muskulaturen fortare kan börja skapa ATP med hjälp av syre genom att förbränna både fett och kolhydrater.

HIIT påverkar proteiner längre från cellkärnan, AMPK och MAPK, än PGC 1 α . Både AMPK och MAPK är proteiner som signalerar inne i cellen så att GLUT 4 (glukostransportörer) aktiveras, vilka finns i depåer inne i sakroplasma och kommer att förflyttas till cellmembranet (6). Detta innebär att cellen kommer att kunna släppa in mer glukos från blodet vid signalering från insulin.

Pilotstudier tyder på att individer som genomfört kort HIIT-träning har fått ökade halter av GLUT-4 samt ökad glukosinlagring i muskulaturen. Ökad inlagring av glykogen i muskulaturen ger lägre blodglukoshalter, men skapar även lätt tillgängligt substrat till att skapa ATP. Kombinerat med ökad

oxidativ kapacitet ger detta en ökad metabolisk kapacitet.

Kombinationen av ökad insulinkänslig och ökad oxidativ kapacitet är positiva effekter både för att skydda, primär prevention, mot typ 2-diabetes (hjärt-kärlsjukdomar) men även som sekundär prevention mot dessa sjukdomar.

Insulinkänslighet och träning

Idag vet man att det finns ett nära samband mellan insulinkänslighet och syrgasupptag i muskelcellerna, både under submaximalt arbete och vid maximalt arbete.

Insulinkänsligheten påverkas positivt av fysisk aktivitet och sjunker vid fysisk inaktivitet. Redan efter ett enda träningspass, konditionsträning eller styrketräning, kan man se en ökad förmåga att ta upp glukos från blodet in i cellerna (2, 3). Den akuta träningseffekten håller i sig i upp till 48 timmar. Så vill man på lång sikt öka blodglukoskontrollen, skall det inte gå längre än 48 timmar mellan träningspassen (2, 3). För att öka cellernas känslighet för insulin måste intensiteten i träningen överstiga 72 procent av VO_2 peak (4). Ju högre intensitet på träningen desto större tycks effekten vara.

Vill man få långtidseffekter av sin träning både på faste-blodglukosvärden, så kallat korttidssocker, och HbA1c, så kallat långtidssocker, bör man träna cirka 50 minuter per pass i 20 veckor (4). Kombinerar man både styrketräning och konditionsträning tycks det ge bäst effekter på HbA1c (5). ➤

TYP 2-DIABETES

Diabetes är en sjukdom som karaktäriseras av förhöjda blodglukosvärden. Vid typ 1-diabetes sker insjuknandet snabbt och β -cellerna i bukspottkörteln slutar att producera insulin. Insjuknandet i typ 2-diabetes sker gradvis under en lång period. Sjukdomsförloppet påbörjas troligast med en sänkt känslighet för insulin i framförallt muskelcellerna på grund av livsstilsfaktorer som fysisk inaktivitet och övervikt. Den sänkta känsligheten för insulin i muskelcellerna leder till att β -cellerna i bukspottkörteln måste producera mer insulin. Över tid kommer en uttrötning av β -cellerna att ske med en

sänkt insulinproduktion som följd. Förutom livsstilsfaktorer så är ärftlighet för typ 2-diabetes och ålder riskfaktorer för att drabbas av typ 2-diabetes.

Den sänkta känsligheten för insulin ger förstadiet till typ 2-diabetes där blodglukosvärdena stiger över normalvärden men inte till den nivå att diagnoskriterierna uppfylls. Vid dessa förstadiet till typ 2-diabetes finns goda möjligheter att stoppa upp insjuknandet men även att vända processen så att man uppnår normala värden med hjälp av livsstilsförändringar som träning och viktminskning.

”Vid träning av individer med typ 2-diabetes är det relativt vanligt med non-responders med avseende på både insulinkänslighet och maximalt syrgasupptag.”

► Träning som sekundärprevention vid typ 2-diabetes

Tidigare har det inte funnits studier där man specifikt har tittat på högintensiv träning kopplat till typ 2-diabetes. Man har varit försiktig med denna patientgrupp med tanke på att många är multi-sjuka, med hjärt-kärlsjukdom. De vinster man har kunna se med ökad insulinkänslighet och oxidativ kapacitet genom högintensivträning för denna patientgrupp, har gjort att man inom forskningen nu intresserar sig mycket för vad som händer i muskelcellerna vid denna forma av träning. I studier på friska individer där deltagarna har tränat mycket högintensivt har man på cellulär nivå sett positiva effekter på insulinkänsligheten och signaleringen inne i cellen efter mycket kort-tidsträning (7–9). Man har även sett liknande effekter som man förväntat sig av traditionell kontinuerlig träning (10).

Tänker man sig att träning skall användas som sekundärprevention kommer allra troligast intensiteten i träningen att vara en mycket viktig och central del i doseringen av träning om man vill påverka insulinkänsligheten hos individer med typ 2-diabetes. Träningens betydelse för både primär- och sekundärprevention vid typ 2-diabetes är väl dokumenterad (11).

Det primära syftet med träning hos individer med typ 2-diabetes har varit att sänka blodglukosnivåerna. Vid höga blodglukosnivåer kommer muskelcellerna att ta upp glukos från blodet under arbete, vilket ger den omedelbara effekten att blodglukosnivåerna sjunker. Hos en frisk individ däremot kommer blodglukosnivåerna att stiga under arbete som ett resultat av frisättning av stresshormoner (adrenalin och noradrenalin) för att säkerställa energitillförseln till de arbetande muskelcellerna.

Akut respons och långtidseffekter av träning vid typ 2-diabetes

En mer långsiktigt önskad effekt av träning hos individer med typ 2-diabetes är en ökad känslighet för insulin, framförallt i muskelcellerna. Detta kan

ses genom en sänkning av blodglukosvärdena under ett glukostoleranstest, samt under en sänkning av det så kallade långtidssockervärdet, HbA1c.

Det finns ett mycket nära samband mellan insulinkänslighet och maximalt syrgasupptag (kondition) (12). Konditionen hos en individ är viktig eftersom man även vet att det finns ett nära samband mellan låg kondition och för tidig död.

Vid träning av individer med typ 2-diabetes är det relativt vanligt med non-responders med avseende på både insulinkänslighet och maximalt syrgasupptag, vilket är mycket problematiskt för denna patientgrupp. I en meta-analys (5, 13) såg man att träningsintensiteten minst behövde överstiga 72 procent av maximalt syrgasupptag för att få en sänkning av långtidssockret, HbA1c, och en ökning av maximalt syrgasupptag. I en träningsstudie, där kvinnor med typ 2-diabetes tränade i grupp, kunde vi se att intensiteten i träningen var positivt relaterat till ökad insulinkänslighet och längden på träningen positivt relaterat till sänkningen av HbA1c (12).

Dagens träningsrekommendationer för individer med typ 2-diabetes skiljer sig inte så mycket från de generella rekommendationerna för hälsobefrämjande träning (14, 15). Mycket tyder på att specificiteten i träningsrekommendationerna för individer med typ 2-diabetes kan ökas, med avseende på intensitet och typ av träning. Man vet att ett träningspass kommer att påverka blodglukoskontrollen positivt. Denna effekt håller i sig cirka 48 timmar. Vilket gör att om man vill ha en träningseffekt, så måste träningen ske med mindre än 48 timmars mellanrum.

Konklusion

Sammanfattningsvis kan man konstatera att om syftet med träningen är att påverka blodglukoskontrollen pekar forskningen på att det är viktigt att få upp intensiteten i träningen. Då kan intervallträning vara en lämplig träningsform. Dessutom verkar det som, utifrån de nya studier som finns idag, att högintensiv träning ger en positiv effekt på muskulaturens förmåga att använda syre för att skapa energi. 

REFERENSER

- 1. Pedersen BK, Febbraio MA. Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6. *Physiol Rev* 2008;88:1379-1406.
- 2. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol.* 2012;590 (Pt 5):1077-84.
- 3. Praet SF, van Loon LJ. Optimizing the therapeutic benefits of exercise in Type 2 diabetes. *J Appl Physiol.* 2007;103:1113-20.
- 4. Praet SF, van Loon LJ. Exercise therapy in type 2 diabetes. *Acta Diabetol.* 2009;46:263-78.
- 5. Boule NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA, Sigal RJ. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *JAMA.* 2001;286:1218-27.
- 6. Zanuso S, Jimenez A, Pugliese G, Corigliano G, Balducci S. Exercise for management of type 2 diabetes: a review of the evidence. *Acta Diabetol.* 2010;47:15-22.
- 7. Little J, Sadar A, Wilkin GP, Tarnoplsky MA, Gibala MJ. A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms. *J Physiol.* 2010;588:1011-22.
- 8. Burgomaster K, Howarth, KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, MacDonald MJ, McGee SL, Gibala MJ. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *J Physiol.* 2008;506:151-60.
- 9. Babraj J, Vollaard NJB, Keast C, Guppy FG, Cottrell G, Timmons JA. Extremely short duration high intensity interval training substantially improves insulin action in young healthy males. *BMC Endocrine Disorders*, 2009; 28:9:3.
- 10. Nybo L, Sundstrup E, Jakobsen MD, Mohr M, Hornstrup T, Simonsen L et al. High-Intensity Training versus Traditional Exercise Interventions for Promoting Health. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42:1951-8.
- 11. Pedersen BK, Saltin B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scand J Med Sci Sports.* 2006;16 Suppl 1:3-63.
- 12. Segerström ÅB, Glans F, Eriksson KF, Groop L, Thorsson O, Wollmer P. Impact of exercise intensity and duration on insulin sensitivity in women with T2D. *Eur J Int Med* 2010;21:404-8.
- 13. Boule NG, Kenny GP, Haddad E, Wells GA, Sigal RJ. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in Type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia.* 2003;46:1071-81.
- 14. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 8 ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2010. p. 133-165, 207-208
- 15. FYSS-Fysisk aktivitet i sjukdomsprevention och sjukdomsbehandling. 2 ed: Statens folkhälsoinstitut, Elanders; 2008. p. 39, 301-311

Artikeln finns i pdf-format på www.sjukgymnastforbundet.se

Carefully chosen

Tusentals produkter för fysioterapi – valda med omsorg!



MDD godkända
produkter från
ledande
leverantörer

Medema
CAREFULLY CHOSEN

Kontakta oss på 08-404 12 00 eller www.medema.se