

DE PRAKTIJK VAN DE TRAINING

Toine van de Goolberg

Ton Leenders

Snelheid en revalidatie

In RSG nummer 5, is de motorische grondeigenschap snelheid in het algemeen behandeld. In de laatste aflevering, nummer 6 1992, van de serie over trainingspraktijk werd gekeken naar het belang van de snelheid in de prestatie bij een sport als het olympisch gewichtheffen en andere sporten waarbij kracht en snelheid van belang zijn. Deze keer wordt gekeken naar de sporter die na (!) herstel van zijn blessure weer terug "in het veld" wil.

Uitgangspunten

- 1) De sporter heeft de eerste fase van zijn behandeling voor een sportblessure achter de rug. De eerste fase is die periode waarin fysiotherapie en herstel de grootste rol spelen.
- 2) De sportman of -vrouw wil de training en eventuele wedstrijden weer oppakken maar heeft een achterstand in de training opgelopen. Kracht en snelheid beginnen na twee weken van inactiviteit (of zelfs verminderde trainingsintensiteit) duidelijk minder te worden!

In deze situatie is een sporter extra gevoelig voor nieuwe blessures, hij is immers niet bepaald voorbereid op de intensieve training die hij gewend was maar wil wel graag de achterstand goedmaken. Meestal is het zo dat kracht en snelheid op een minder zijn dan de sporter zelf verwacht.

In de herstelfase kan gebruik gemaakt zijn van apparatuur en andere alternatieve trainingsvormen in plaats van de normale vrije gewichten die het grootste deel van de krachttraining bepaalden. Het gebruik van trainingsapparatuur en de oefenstof voor het functioneel bewegen brengen (ook) de atleet naar het punt van "genezing". Normaal functioneren, bijvoorbeeld lopen, is mogelijk maar de herstelde sprinter zal verwachten zijn 100 meters weer onder de 11 seconden te lopen! Dit laatste is uiteraard een bewegingsniveau waarop de meeste mensen nooit zullen functioneren. Er zal dus tijd uitgetrokken moeten worden voor trainingsvormen die weer een voorbereiding zijn op de normale training. Nu is het zo dat een trainingsniveau dat vroeger normaal was in betrekkelijk korte tijd terug te winnen is. Onder invloed van training lijkt het lichaam ook "terug te willen naar vroeger". De basis voor snelheid is onder deze omstandigheden: kracht. Normaal is de snelheid van bewegen een belangrijke overweging in het samenstellen van het trainingsschema maar nu is een lagere (veilige) snelheid doeltreffend. In de eerste fase van deze periode is training van met name de excentrische fase van sportgerichte bewegingen vaak een prima inleiding.

T.vd Goolberg en T.leenders

ISOKINETISCHE TRAINING

Isokinetisch betekent letterlijk gelijke snelheid van bewegen. Bij deze vorm van training wordt, liefst van buitenaf, een gelijk blijvende snelheid van bewegen afgedwongen.

Om dit voor elkaar te krijgen zijn er diverse apparaten in de handel. Ook bij het isokinetisch trainen maakt men onderscheid tussen concentrische en excentrische fasen. De excentrische training is niet altijd mogelijk, het apparaat heeft dan een sterke motor nodig die de spierkracht overwint en de proefpersoon terug in zijn uitgangspositie dwingt. Tijdens de

concentrische fase probeert de proefpersoon met al zijn vermogen de eind positie te bereiken, het is de machine echter die hem remt zodat de snelheid van bewegen gelijk blijft aan een van te voren ingestelde waarde.

Het trainen (en meten!) volgens het isokinetische principe heeft aanmerkelijke voordelen:

- 1) Het is veilig. De externe weerstand past zich aan aan de proefpersoon, in geval van fouten of uitputting komt men nooit in gevaar.
- 2) De externe weerstand is ook optimaal groot bij gewrichtshoeken waar onder normale omstandigheden de gekozen belasting al lang niet meer als een trainingsprikkel fungeert.
- 3) Het is eenvoudig de door de proefpersoon geleverde kracht over het gehele traject van bewegen te meten en registreren. In veel onderzoek wordt dan ook isokinetisch gemeten om een indruk te krijgen van het effect van de diverse training methoden.
- 4) Spierpijn en blessure -arme training.

Zo dacht de sportwereld in het begin van de jaren '70 een heel waardevolle methode van training gevonden te hebben. Het was misschien niet mogelijk versnellingen te trainen maar krachttraining met een patroon analoog wedstrijd en een optimale weerstand over de gehele range van bewegen leek een geweldige uitbreiding op de bestaande mogelijkheden.

Helaas werden in de sport de prestaties niet verbeterd, er was zelfs dikwijls sprake van slechter presteren. Behalve in sporten die isokinetisch van aard zijn, zoals zwemmen wordt van deze vorm van trainen nog maar mondjesmaat gebruik gemaakt.

In de revalidatie en algemene fitnessstraining heeft het isokinetisch principe zijn waarde wel bewezen maar in de prestatiesport bleken er al snel nadelen aan de methode te kleven. De grootste snelheden die nu bereikbaar zijn in een isokinetische opstelling zijn nog steeds niet te vergelijken met die welke optreden in de sport.

Het isokinetisch bewegen sluit niet aan bij de dynamiek van de prestatie sporten. Vaak is de krachtwinst wel isokinetisch te meten maar in de praktijk niet terug te vinden. Gebleken is dat krachttoename onder hogere snelheden ook verbetering laat zien bij lagere snelheden, maar andersom is hier geen sprake van! De adaptatie die optreedt als gevolg van deze soort training is toch weer zo specifiek dat een gebrek ontstaat aan vermogen tot versnellen en overwinnen van traagheid. Door gebruikt te maken van de voorrek reflex (b.v. inveren voor de sprongafzet) komt de atleet tot zijn maximale prestatie. De piekkrachten die hierbij optreden zijn veel groter dan zijn maximale concentrische kracht. Het benutten en trainen van deze zogenaamde prestretch shortening cycle is dan ook een must in ieder modern trainingsschema.

Ook de krachtwinst over de gehele range van bewegen levert geen grote bijdrage aan de uiteindelijke prestatie omdat de zwakste schakel de sterkte van de keten bepaalt. Dat wil zeggen; het vermogen onder de minst gunstige gewrichtshoek van de bewegingsketen dient groot genoeg te zijn om tot een goede prestatie te komen. Een training die zich concentreert op de zwakke punten leidt sneller tot het gewenste resultaat.

T.vd Goolberg en T.leenders

ANTAGONISTENBALANS

Ieder gewricht is omgeven door verschillende spieren of spiergroepen. Zo'n spier(groep) kan bijvoorbeeld als taak hebben het gewricht te buigen of te strekken. Uitgaande van een spier(groep) noemt men iedere spier met eenzelfde werking een agonist. Zijn antagonist is de

spier(groep) met een tegengestelde werking.

Het begrip antagonistbalans heeft betrekking op de kracht/vermogen ratio tussen de agonist en zijn antagonist. Bekijken we nu het elleboog-gewricht dan bestaat het duo agonist/antagonist uit de biceps en triceps. Met isokinetische apparatuur is eenvoudig het vermogen van zowel de armbuigers als de armstrekkers te meten bijdrage

leveren aan de buiging van de arm. Het lijkt erop dat te grote verschillen tussen agonist en antagonist er de oorzaak van kan zijn dat een bepaalde blessuregevoeligheid optreedt. Denk hierbij aan de balans tussen rompstrekken en rompbuigen (de buikspieren!).

In de praktijk van de krachttraining moet men dus rekening houden met het vermogen van de antagonist. Om verwarring te voorkomen gaat men uit van de prime-mover als agonist. Opvallend is dat in de praktijk blijkt dat de beste sportmensen door hun specialisatie ten aanzien van de prime-movers een grotere verhouding agonist/antagonist hebben dan bijvoorbeeld de subtoppers. Natuurlijk leidt specialisatie tot de beste prestatie maar ergens komt voor de individuele atleet het punt waarop sprake zou zijn van een verstoorde balans. Het is aan de trainer om de totale trainingsbelasting te evalueren.

Is er reeds sprake van training van antagonist? Immers, te sterke antagonist kunnen de agonisten remmen in hun werking!

Met het opstellen van een trainingschema is het dus balanceren tussen specialisatie en het leggen van een basis voor een langdurige sportloopbaan.

Om inzicht te krijgen in wat voor de sporter optimaal is is het belangrijk ze te vergelijken met de toppers. Dat betekent dus sportgericht en vakbewaam meten. Dr. J.A. Vos.

In de internationale vakliteratuur is voor een aantal sporten reeds een model ontwikkeld. Rekening houdende met de individuele atleet en zijn/haar mogelijkheden kan een training vervolgens bijgesteld worden. De fase in de training die niet direct aansluit op de wedstrijd(en) is het meest geschikt om meer aandacht aan antagonist te besteden.

In de krachttraining kan het ook belangrijk zijn aandacht te besteden aan de training van antagonist omdat krachttraining tot gevolg heeft dat de bewegelijkheid van gewrichten die getraind worden toeneemt maar ook dat voor de andere gewrichten de bewegelijkheid afneemt.

T.Leenders

BULGAARSE KONTRASTMETHODE

De Bulgaarse contrastmethode is een begrip uit de krachttraining. De klassieke opbouw van de training ziet er ongeveer als volgt uit:

Kg	herh.	sets
60%	10	1
70%	8	1
75%	6	1
80%	5	1
85%	4	5

Een geleidelijke toename van de belasting dwingt min of meer tot minder herhalingen. Het zwaarste gewicht wordt enkele malen herhaald. Het vele experimenteren en onderzoeken heeft overal ter wereld een breed scala van methoden opgeleverd. Sommige daarvan zijn slechts onder speciale omstandigheden toe te passen. Het belangrijkste criterium is natuurlijk de individuele sportman of sportvrouw. Een krachttrainingsmethode die goede resultaten oplevert bij een bepaald type sporter is niet altijd even effectief bij een ander. Los daarvan

zijn er methoden bekend die zich bewezen hebben "onder alle omstandigheden". De Bulgaarse contrastmethode is zo'n aanpak die voor vele sporters geschikt is en prima in de periodisering past is. De contrastmethode ziet er als volgt uit:

	Kg	herh.	sets
	60%	10	1
	90%	3	1
	60%	10	1
	90%	3	1
	enz.		

Hier wordt dus lichte belasting (snelle contractie !) afgewisseld met zware belasting. Er wordt bijna tegelijkertijd aandacht besteed aan explosiviteit én aan de ontwikkeling van de maximaalkracht. Met de intensiteit kan nog van alles gedaan worden, het bovenstaande kan bijvoorbeeld vervolgd worden door 8 herhalingen met 65% te gaan afwisselen met 2 herhalingen met 95%.

- 1) Warm-up
- 2) Snelle technische oefening
 - b.v. kracht trekken / kracht voorslaan
 - 1 tot 3 herhalingen
- 3) Kniebuigen --> contrastmethode
- 4) Springoefeningen
 - b.v. dieptesprongen
- 5) Tweede krachtoefening --> contrastmethode
 - b.v. schoudertraining, sportgericht
- 6) Cooling down, stretching

Figuur 1.

Behalve met de absolute hoeveelheid spiermassa heeft de kracht en met name het vermogen van de sportman of -vrouw veel te maken met de werking van de hele motorunit. De Bulgaarse contrastmethode wisselt konstant heel verschillende innervatiepatronen om zodoende de trainingsprikkel "nieuw" te houden en om neuromusculaire vermoeidheid uit te stellen. Dit laatste vinden we terug in het Amerikaanse begrip "muscle confusion". Uit het bovenstaande blijkt al dat het beter is te spreken van "neuromuscular confusion". Figuur 1 laat een voorbeeld van een algemene krachttraining zien waarin de Bulgaarse contrastmethode verwerkt is.

T.Leenders

DOPAMINE

Dopamine is vooral bekend als neurotransmitter in het centraal zenuwstelsel. Het wordt aangemaakt (uit tyrosine) in hersenen en bijniemerg. Een stagnerende productie van dopamine leidt tot de ziekte van Parkinson.

De synthese van dopamine ziet er als volgt uit :

TYROSINE -> L-DOPA -> DOPAMINE -> NORADRENALINE -> ADRENALINE

Neurotransmitters zijn boodschapperstoffen die door het zenuwstelsel worden vrijgemaakt om het signaal door te geven aan andere neuronen of einddoel. De overdracht van een prikkel aan specifieke cellen werkt uiteraard veel sneller dan een andere bekende boodschapper: het hormoon.

Dopamine is de "voorraadstof" voor zowel adrenaline als noradrenaline. Tyrosine is een bekend aminozuur en wordt wel eens gebruikt vanwege vermeende "oppep" effecten. De omzetting via **dopamine** moet dan leiden tot hogere bloedspiegels adrenaline. De dopamine-synthese uit L-dopa is echter niet te beïnvloeden door grotere hoeveelheden tyrosine in de bloedbaan. Het effect van een grotere hoeveelheid dopamine wordt duidelijk door de werking van bijvoorbeeld amfetamine. De werking van amfetamine berust op het vrijmaken van opgeslagen dopamine en het verlengen van de tijd waarover het werkt. Ook de werking van cafeïne hangt samen met het dopamine-metabolisme. Een mechanisme d.m.v. welke zich het effect van dopamine manifesteert wordt door cafeïne beïnvloed. De met dopamine samenhangende effecten zijn:

- verminderd hongergevoel
- stimulatie vet- en glykogeen-verbranding
- alle kenmerken van activiteit, flight/fight-reaction

Dopamine komt ook in de voeding voor, met name in bananen (8 mg/kg) en avocado's (5 mg/kg).

Bananen bevatten tevens noradrenaline. Druiven en ananas bevatten zowel dopamine als noradrenaline en adrenaline.

T.vd Goolberg en T.leenders

EXCENTRISCHE SPIERARBEID TIJDENS TRAINING.

Behalve bij de niet explosieve sporten, zoals wielrennen en zwemmen, is het trainen op excentrische spierarbeid belangrijk.

Deze belangrijke redenen zijn:

1. Variatie binnen een trainingseenheid.
2. Preventie van blessures.
3. Toepassing van de wet van de specificiteit.

Variatie binnen de training.

De variatie moet er voor waken, dat zich geen krachtsbarriere vormt. Immers, zodra er gewenning optreedt, zal de gewenste overload ontbreken en kan er hooguit sprake zijn van de stabilisatie van de reeds aanwezige kracht. Deze stabilisatie zal, indien al geruime tijd aanwezig, een centraal probleem gaan vormen om motorische grondeigenschappen als kracht en snelheid verder te ontwikkelen. Als richtlijn voor de praktijk worden de onderstaande verhoudingen tussen de diverse soorten belastingen binnen de training verwerkt.

Contractie-variantie binnen de krachttraining.

Concentrisch	75%	Dit toegepast binnen een of meerdere sets
Isometrisch	15%	
Excentrisch	10%	

Bv.:

Squat: diep 6 series (week I)

serie 1 *10 herhalingen	rustig uitvoeren	60%
serie 2 6 herhalingen	explosief uitv.	85%
serie 3 6 herhalingen	explosief uitv.	85%
serie 4 *10 herhalingen	rustig uitvoeren	75%
serie 5 **3 herhalingen	rustig uitvoeren	120%
serie 6 10 herhalingen	reactief expl.uitv.40%	

* Variëren met isometrisch afstoppen.

** Hierbij wordt gebruik gemaakt van een legpress machine.

Allereerst wordt het eenbenige strekmaximum bepaald.

Daarna wordt een 'supra'-maximaal gewicht gekozen, wat eenbenig in 5 seconden naar beneden wordt geleid.

Juist hierbij zal behalve recruterings van motorische

eenheden het zg.fibersplitting worden gestimuleerd.(hyperplasie)

Preventie van blessures.

Het is al geruime tijd duidelijk, dat binnen de explosieve takken van sport (dus 95%) de problemen liggen binnen de slagkracht.

De kracht die een versnellend lichaamsdeel plotseling doet stoppen of van richting laat veranderen.

De speerwerper, die zijn speer explosief naar achteren brengt en hem vervolgens zo agressief mogelijk weer naar voren haalt.

Dit soort contractievormen (van excentrisch naar concentrisch) binnen enkele msec. vraagt, indien niet goed voorbereid, om problemen.

Problemen die we dan ook in de topsport frequent tegenkomen.

Het trainen volgens het slagkrachtprincipe cq. plyometrisch trainen heeft in eerste instantie een blessure-ve werking. Daarnaast wordt het aangewend om de verkregen maximaalkracht te transformeren naar specifieke reactief explosieve kracht (versnelling maximaal).

Toepassing als specificiteit.

Alleen datgene wat men traint, verbetert zich!

Deze belangrijke adaptatiewet zal voor toppers en sportlieden met een hoge trainingsleeftijd betekenen, dat men voor plyometrische trainingsvormen gaat kiezen. Mits voldoende excentrische maximaalkracht en goed uitgevoerde sprongen binnen de complexe trainingsaanpak zal dit een enorme progressie geven. Behalve progressie en blessure kan deze trainingsmethode ook contra werken. Indien regelmatig met te grote omvang te hoge dieptesprongen worden gemaakt, dan zal zowel het actieve als passieve bewegingsapparaat schade worden toegebracht. (scheuring van de Z-band). Doorgaans herstellen deze blessures slecht en zijn berucht vanwege het recidiverend karakter.

Voorbeeld: Plyometrische sprongen van een schaatser.

zie tekening

week I

5 series 10 sprongen zowel links als rechts (100 spr.)

week II

3 series 10 sprongen zowel links als rechts (60 spr.)

- seriepauze: 3 minuten
- Eventueel in combinatie met halve snelle squats (40%).
- Tenminste 48 uur pauze voordat men deze trainingsvorm mag herhalen.

Krachtdeficiëntie

De excentrische maximaalkracht van een spier is normaal veel groter dan zijn concentrische kracht. De verhouding tussen deze twee waarden kan bijvoorbeeld 1:1,5 zijn. De excentrische kracht van een spier (c.q. bij een bepaalde oefening) is dus 150% van de concentrische kracht. Deze 50% verschil wordt de krachtdeficiëntie genoemd. Bij goedgetrainden is de krachtdeficiëntie veel kleiner (b.v. 20%). Dit is ook logisch omdat training o.a. een "concentrische specialisatie" betekent, immers in de sportpraktijk is het concentrisch vermogen doorslaggevend. Een uitzondering is b.v. touwtrekken waarbij het statisch uithoudingsvermogen bepalend is. Voor prestatiesporters loont het de moeite de krachtdeficiëntie te verkleinen, met name wanneer gewichtstoename niet gewenst is. In de topsport zijn bij atleten krachtdeficiënties van minder dan 5% gehaald !! (Schmidtbleicher, universiteit Freiburg, juni 1984 bij kogelstoters).

Literatuur.

- Hollman W, Hettinger Th. sportmedizin, 1986
- Houtman J, Schlatmann H fysiologie voor de sportpraktijk, 1988
- Jones D, Round J skeletal muscle in health and disease, 1991
- Radcliffe J, Farentinos C plyometrics, 1985

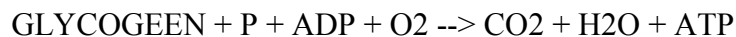
GLYCOLYSE.

De energie voor spierarbeid komt uit een aantal chemische processen. Voor zeer kortdurende explosieve acties voldoet de omzetting van het in de spier aanwezige ATP (Adenine Tri Fosfaat) naar ADP (het di-fosfaat) een een fosfor atoom. Het losweken van het fosforatoom

levert energie die in de spiercel omgezet wordt in mechanische energie, de contractie. De voorraad ATP is echter beperkt en verzorgt slechts onze acties tot een duur van zo'n 7 seconden. Het verbruikte ATP wordt direct weer opgebouwd en hier zijn diverse processen voor beschikbaar. Voor intensieve arbeid tot ongeveer 20 seconden is er de omzetting van het creatine-fosfaat, hierna is het de anaerobe glycolyse die de hoofdrol speelt. Anaerobe glycolyse betekent omzetting van het in de spieren aanwezige glycogeen is de totale voorraad ongeveer 800 gram. zonder dat daarbij zuurstof nodig is. Behalve dat opbouw van ATP bereikt wordt ontstaat er echter ook het bekende melkzuur:



Met de energie uit het glycogeen wordt dus het fosforatoom weer aan het ADP "geplakt". De prijs die wij betalen is de verzuring, kijk eens naar de finish van een 400 meter loper (45 á 50 seconden)! Naast de ophoping van het melkzuur gaan we uiteraard een zuurstofschuld aan maar dit proces levert sneller energie dan de directe verbranding van glycogeen. Behalve de anaerobe glycolyse is er dus ook de aerobe glycolyse, de omzetting van glycogeen met behulp van zuurstof:



Het kooldioxide en water worden eenvoudig uitgeademd.

Bij intensieve arbeid wordt de glycogeen voorraad in ons lichaam in 1 tot 2 uur opgebruikt. Bij echte duurprestaties is ons lichaam dus steeds meer aangewezen op aerobe processen. Uiteindelijk is het de verbranding van vrije vetzuren wat de hoofdrol speelt.

T.vd Goolberg en T.leenders

ISOKINETISCHE TRAINING

Isokinetisch betekent letterlijk gelijke snelheid van bewegen. Bij deze vorm van training wordt, liefst van buitenaf, een gelijk blijvende snelheid van bewegen afgedwongen.

Om dit voor elkaar te krijgen zijn er diverse apparaten in de handel. Ook bij het isokinetisch trainen maakt men onderscheid tussen concentrische en excentrische fasen. De excentrische training is niet altijd mogelijk, het apparaat heeft dan een sterke motor nodig die de spierkracht overwint en de proefpersoon terug in zijn uitgangspositie dwingt. Tijdens de concentrische fase probeert de proefpersoon met al zijn vermogen de eind positie te bereiken, het is de machine echter die hem remt zodat de snelheid van bewegen gelijk blijft aan een van te voren ingestelde waarde.

Het trainen (en meten!) volgens het isokinetische principe heeft aanmerkelijke voordelen:

- 1) Het is veilig. De externe weerstand past zich aan aan de proefpersoon, in geval van fouten of uitputting komt men nooit in gevaar.
- 2) De externe weerstand is ook optimaal groot bij gewrichtshoeken waar onder normale omstandigheden de gekozen belasting al lang niet meer als een trainingsprikkel fungeert.
- 3) Het is eenvoudig de door de proefpersoon geleverde kracht over het gehele traject van bewegen te meten en registreren. In veel onderzoek wordt dan ook isokinetisch gemeten om een indruk te krijgen van het effect van de diverse training methoden.
- 4) Spierpijn en blessure -arme training.

Zo dacht de sportwereld in het begin van de jaren '70 een heel waardevolle methode van training gevonden te hebben. Het was misschien niet mogelijk versnellingen te trainen maar krachttraining met een patroon analoog wedstrijd en een optimale weerstand over de gehele range van bewegen leek een geweldige uitbreiding op de bestaande mogelijkheden.

Helaas werden in de sport de prestaties niet verbeterd, er was zelfs dikwijls sprake van slechter presteren. Behalve in sporten die isokinetisch van aard zijn, zoals zwemmen wordt van deze vorm van trainen nog maar mondjesmaat gebruik gemaakt.

In de revalidatie en algemene fitnessstraining heeft het isokinetisch principe zijn waarde wel bewezen maar in de prestatiesport bleken er al snel nadelen aan de methode te kleven. De grootste snelheden die nu bereikbaar zijn in een isokinetische opstelling zijn nog steeds niet te vergelijken met die welke optreden in de sport.

Het isokinetisch bewegen sluit niet aan bij de dynamiek van de prestatie sporten. Vaak is de krachtwinst wel isokinetisch te meten maar in de praktijk niet terug te vinden. Gebleken is dat krachttoename onder hogere snelheden ook verbetering laat zien bij lagere snelheden, maar andersom is hier geen sprake van! De adaptatie die optreedt als gevolg van deze soort training is toch weer zo specifiek dat een gebrek ontstaat aan vermogen tot versnellen en overwinnen van traagheid. Door gebruikt te maken van de voorrek reflex (b.v. inveren voor de sprongafzet) komt de atleet tot zijn maximale prestatie. De piekkrachten die hierbij optreden zijn veel groter dan zijn maximale concentrische kracht. Het benutten en trainen van deze zogenaamde prestretch shortening cycle is dan ook een must in ieder modern trainingsschema.

Ook de krachtwinst over de gehele range van bewegen levert geen grote bijdrage aan de uiteindelijke prestatie omdat de zwakste schakel de sterkte van de keten bepaalt. Dat wil zeggen; het vermogen onder de minst gunstige gewrichtshoek van de bewegingsketen dient groot genoeg te zijn om tot een goede prestatie te komen. Een training die zich concentreert op de zwakke punten leidt sneller tot het gewenste resultaat.

T.vd Goolberg en T.leenders

NORADRENALINE

Noradrenaline (NorA) en het aanverwante adrenaline (A) worden de catecholaminen genoemd en zij worden aangemaakt in het bijniermerg. De beide stoffen worden dan als hormonen beschouwd. Het bijniermerg scheidt NorA en A af in de verhouding 1:4. Bij prooidieren in de natuur wordt vooral veel A afgescheiden en bij jagende dieren naar verhouding meer NorA. In rust staat de afscheiding op een laag pitje maar in alarmsituatie's worden veel grotere hoeveelheden catecholaminen afgegeven aan de bloedbaan. Onder deze alarmsituatie's verstaan we iedere "stress" en prikkeling van buitenaf zoals pijn, koude enz. De catecholaminen zorgen voor het vrijmaken van energie uit de in het lichaam opgeslagen vetten en glycogeen (d.i. de vorm waarin glucose door het lichaam wordt opgeslagen). De catecholaminen spelen verder een belangrijke rol bij andere bekende tekenen van activiteit zoals de hartslagfrequentie en bloeddruk. Hierbij is adrenaline stimulerend en noradrenaline de stof die hartslagfrequentie en bloeddruk vermindert. NorA veroorzaakt wel een grotere opname van zuurstof en werkt sterk bloeddrukverhogend.

Het grootste gedeelte van de aanvankelijk door het bijniermerg geproduceerde hoeveelheid NorA (80%) wordt omgezet naar A. De uiteindelijke werking van NorA en A wordt erg beïnvloedt door de concentratie van de catecholaminen en de onderlinge verhouding. De doelorganen hebben nl. receptoren die ontvankelijk zijn voor zowel A als NorA.

Catecholaminen als neurotransmitters

Het noradrenaline is tevens een zogenaamde chemische transmitterstof. Zie ook eerder in deze reeks Dopamine.

De basisstof voor de aanmaak van NorA en A is het aminozuur tyrosine. Is deze stof in onvoldoende mate aanwezig dan wordt tyrosine uit phenylalanine gevormd. Als oppepper voor een wedstrijd wordt wel eens een capsule met zuivere tyrosine genomen, de vraag is of het effect kan hebben het lichaam meer tyrosine aan te bieden opdat er meer NorA en A geproduceerd wordt. In de praktijk lijkt dit voor sommigen te werken.

Phenylalanine -> Tyrosine -> DOPA -> Dopamine -> NorA.

Synthese van Noradrenaline bij de synaps;

De synaps is de naam voor de plaats waar twee zenuwuitlopers van verschillende zenuwcellen elkaar ontmoeten. Voor de overdracht van het (elektrische) signaal van de ene zenuwbaan naar de andere worden z.g. neurotransmitters gebruikt. Het signaal wordt langs chemische weg voortgezet, nl. de neurotransmitter overbrugt de afstand (de z.g. synaptische spleet) tussen de twee zenuwvezels. Daarna wordt het signaal weer als elektrisch actiepotentiaal voortgezet.

NorA is vooral een belangrijke neurotransmitter in het sympatische postganglion gedeelte van het centraal zenuwstelsel, hetgeen betekent dat NorA veel "target" organen van een stimulus voorziet. Ook bij aankomst van een actiepotentiaal bij een orgaan is namelijk op de scheiding tussen orgaan en zenuwuitloper sprake van een synaps.

Bij activiteit zoals training hangt de synthese van NorA af van o.a. de kracht van de spiercontracties, de totale hoeveelheid spierweefsel dat hierbij betrokken is en de frequentie van de stimulatie. Anaerobe arbeid van hoge intensiteit gaat samen met een grote productie van NorA. De lange termijn effecten van training op het catecholaminen metabolisme zijn nog onbekend. Er zijn aanwijzingen dat de NorA respons afzwakt als gevolg van langdurige aerobe alsmede anerobe training.

1) Lehmann, Keul 1986. Free plasma catecholamines, heartrates, lactatelevels and oxygen uptake in competition weightlifters, cyclists and untrained control subjects. Int. J. of Sports Med. 7:18-21

T.van de Goolberg en T.Leenders

QUADRICEPS

De quadriceps femoris is onze vier-hoofdige dijbeenspier. Deze spiergroep is werkt als belangrijkste strekker van het kniegewricht.

De namen van de vier spieren die deel uitmaken van de quadriceps-groep zijn:

- vastus medialis (binnenste dijbeenspier)
- vastus lateralis (buitenste dijbeenspier)
- vastus intermedialis (middelste dijbeenspier)
- rectus femoris (rechte dijbeenspier).

De aan de voorkant liggende rechte dijbeenspier, de femoris, is in enkele opzichten een buitenbeentje. Terwijl de andere drie spieren behoren tot de zogenaamde tonische spieren is de femoris een fasische spier.

De tonische-, ook wel posturale- spieren genoemd, hebben als voornaamste taak het bewaren van lichaamshouding. Zij verrichten voornamelijk statische arbeid en zijn daarvoor uitgerust met een belangrijk aandeel slow-twitch spiervezels. De drie "vastus" spieren behoren dus tot deze groep.

De rectus femoris is een typische fasische spier. De fasische spieren worden geassocieerd met beweging en zij bestaan juist voornamelijk uit fast-twitch. Omdat fasische spieren tot verkorting neigen is het belangrijk de quadriceps te rekken met speciale aandacht voor de rectus femoris. Bij het rekken van de femoris dient de heup zo gestrekt mogelijk te zijn.

De femoris is tevens een bi-articulaire spier. Dat wil zeggen dat hij over twee gewrichten gespannen is. In dit stukje willen wij niet ingaan op de anatomie, maar de specifieke werking van de femoris heeft consequenties voor de training. De femoris werkt mee aan buiging van de heup door zijn aanhechting aan de voorste onderste darmbeenpunt en bovenste rand van het heupgewricht.

Anderzijds werkt hij mee aan de strekking van het kniegewricht door aanhechting via de knieschijf aan het scheenbeen. Echt hard werken moet hij dus pas als zowel het kniegewricht gebogen als de heup gestrekt worden.

De quadriceps-groep als geheel is belangrijk als stabilisator van het kniegewricht. Een goed ontwikkelde quadriceps, mits in de juiste verhouding tot zijn antagonist(en), is tevens een belangrijke factor in iedere training die er op gericht is het kniegewricht te beschermen tegen blessures. Zie ons stukje over "Antagonisten balans". Het is belangrijk een spiergroep als de quadriceps te trainen in samenwerking met de andere spieren die benen en heup strekken.

Kniebuigingen zijn in de krachttraining ideaal omdat alle bij de sport betrokken spieren in een natuurlijke verhouding getraind worden. Recentelijk is ook duidelijk geworden dat het kniebuigen geen aanvullende oefeningen behoeft ter compensatie van zwakten. Bij de keuze van een specifiek quadriceps gerichte oefening als de leg-extension is het belangrijk te weten dat door het wegvallen van de compenserende werking van de hamstrings de zogenaamde schurende krachten in het kniegewricht groter zijn. Na bijvoorbeeld knieband letsels wordt gekozen voor kniebuig bewegingen en niet voor de leg-extension / scheenbeen van de voet werkt.. Hiermee wordt tevens beter aangesloten op de spierwerking in de praktijk situatie, nl. staan en lopen.

Het kniebuigen is dus de basisoefening om ook de quadriceps (functioneel!) te ontwikkelen. De prime-movers in het kniebuigen zijn echter de heupstrekkers. Om dit enigszins te voorkomen en dus de aandacht te verleggen naar de quadricepsgroep is in de krachttraining kniebuigen met de halter op de borst veel geschikter dan met de halter in de nek. Dit zogenaamde kniebuigen voor is een goede maat voor het meten van de werkelijke beenkracht. De belastingen zullen automatisch lager zijn dan bij het kniebuigen "achter" wat vaak tot gevolg heeft dat de "front squat" niet zo populair is. Daar komt bij dat het uitvoeren van kniebuigingen met een halter op de borst moeilijker te leren is. Het loont echter de moeite! Het diepe kniebuigen heeft voor de gezonde atleet het voordeel dat er hoge krachten optreden (zoals in de sportsituatie!) en dat de diverse spieren goed getraind worden doordat zij flink op lengte gebracht worden alvorens te contraheren. Dit geldt echter niet voor de rectus femoris. Het volledige buigen van het kniegewricht rekt weliswaar de femoris maar het tegelijkertijd buigen van de heup heeft een tegengesteld effect.

Het bereiken van de quadriceps door middel van de leg-extension betekent wel dat vooral de vastus medialis getraind wordt. Het accent kan dus verlegt worden naar de rectus femoris door

zowel de heup te strekken als het kniegewricht te buigen. Dit kan door in de standaard leg-extension situatie achterover te gaan liggen! De stand van de heup is nu 180 in plaats van 90 graden, en nog steeds is men in staat een knie- buiging en strekking uit te voeren tegen een gekozen weerstand.

T.van de Goolberg en T.Leenders

Recruterig

Een belangrijk gevolg van training en iedere fysieke oefening in het algemeen is de verbetering van de intra-musculaire coördinatie. Hieronder verstaat men onder andere een efficiëntere (samen)werking van alle bij een contractie betrokken spiervezels.

De intra-musculaire coördinatie kan op drie manieren verbeterd worden, nl. met betrekking tot:

- 1) Ontlading-frequentie
- 2) Synchronisatie
- 3) Recruterig

Door de verschillende afmetingen van de (motorische) neuronen worden de kleinste, die met de laagste drempelwaarde, eerst geactiveerd. Dit staat bekend als het Henneman principe. De motorunit is het basiselement zenuw (neuron en axon), de motorische eindplaat en de spiervezels die door deze ene motorneuron worden geactiveerd. De kenmerken van de relatief kleine motorunit ten opzichte van de grotere motorunit zijn:

- _ makkelijker te activeren
- de axondiameter is kleiner, 8-14 μ (tegenover 9-18 μ)
- kleinere prikkel geleiding-snelheid, 50-80 m/s (tegenover 58-106 m/s)
- weinig spiervezels worden geactiveerd door de axon
- de maximale ontwikkelde kracht is kleiner
- vezeltype is tonisch (langzaam t.o.v. het fasische type van de grotere motorunits)
- in staat langdurige arbeid te leveren

De bovenstaande indeling is erg theoretisch. De spieren bevatten een samenstelling van grotere en kleinere motorunits en dus van zowel fast-twitch (FT) als slow-twitch (ST) vezeltypen. De ST-vezels worden voor een willekeurige actie snel ingezet maar het activeren van grote aantallen FT-vezels is voor ongetrainden niet mogelijk. Het zijn juist de kracht-getrainden sporters die in staat zijn een enorm potentiaal aan (met name) FT-vezels te mobiliseren. De volgorde waarin de neuronen gerecruteerd worden is afhankelijk van de beweging, maar wel volgens het principe van Henneman. Het neurologische resultaten van training zijn dus beweging-specifiek. Er is een uitzondering op het Henneman principe, nl. de electrostimulatie, de recruterig vindt hierbij plaats in omgekeerde volgorde, dus de grote motorunits eerst!

Als men de zenuwbanen naar overwegend langzame spieren verwisseld met die van een snellere spiergroep dan heeft dat na een periode van zo'n 8 weken tot gevolg dat de beide typen spiervezels volledig van eigenschappen verwisseld zijn. In een situatie waarin langzame spiervezels geïnnerveerd worden door de hogere frequenties van de grote motorunits passen deze vezels zich dus volledig aan aan de nieuwe omstandigheden. Dit is ook geheel in

overeenstemming met het principe van specifieke adaptatie zoals we dat van training gewend zijn. Maar uit de trainingspraktijk is bekend dat dit niet mogelijk is. Bijvoorbeeld, een stayer van aanleg wordt nooit een goede sprinter. Nu rijst uiteraard de vraag: waarom niet? Van een sprinter is namelijk wel een goede allrounder te maken.

De verklaring is dat het praktisch onmogelijk is een fast-twitch vezel voldoende lange te prikkelen om het bovenstaande effect te verkrijgen. Een krachttraining, de trainingsvorm die bij uitstek geschikt is om de FT-vezels te bereiken, van bijvoorbeeld één uur bestaat uit een daadwerkelijke spanningduur van misschien één minuut! Dit betekent dat tegenover enkele minuten van innervatie door training bijna 24 uur innervatie volgens het oude patroon staat. Duurtraining van enkele uren per dag levert wel de gewenste prikkel op van eveneens enkele uren per dag.

Een voorbeeld van de beschreven veranderingen van FT- naar ST- eigenschappen geeft ons de Engelse professor Salmon. Bij zijn "wikkelhart" operatie's gebruikt het een gedeelte van achterzijde van de latissimus dorsi om de gebrekkige hartspier te ondersteunen. Een stuk van de latissimus wordt inderdaad om het hart gewikkeld. Nu is het duidelijk dat de hartspier functie van het type supper-marathon is. De latissimus daarentegen is een spier met overwegend FT kwaliteiten. Om deze spier geschikt te maken voor zijn toekomstige taak wordt hij gedurende zes weken electrisch gestimuleerd. Het gevolg is dat de bovenbeschreven veranderingen plaatsvinden. De stimulatie vindt plaats direct voorafgaande aan de operatie. Afbreken van de stimulatie op ieder tijdstip heeft tot gevolg dat de spier snel terug veranderd naar zijn oude toestand.

T.Leenders

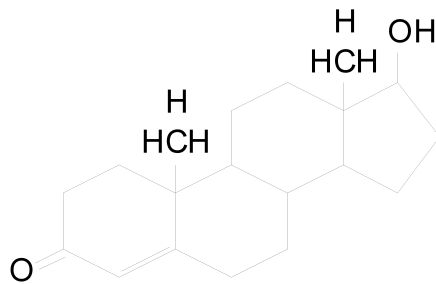
Testosteron

De steroidhormonen worden in ons lichaam geproduceerd door de bijnierschors en de mannelijke- en vrouwelijke- geslachtsorganen.

Het testosteron is zo'n steroidhormoon, het ontstaat uit cholesterol, de moederstof van alle steroidhormonen die in ons lichaam gevormd worden. Het cholesterol levert het kenmerkende steroid-skelet. In de tekening is de chemische structuur van testosteron met de kenmerkende vier koolstofringen weergegeven. Door chemische manipulaties aan dit molecuul worden stoffen gemaakt die we kennen onder de verzamelnaam; anabole steroiden. Deze stoffen hebben een grotere anabole werking dan het oorspronkelijke testosteron. Zij worden gebruikt bij algehele zwakte of ondervoeding, na zware operaties, bepaalde vormen van kanker of bloedarmoede etc.

Het misbuikt in de sport is een bekend probleem. Alle anabole steroiden hebben ook nog steeds in meer of mindere mate de oorspronkelijke androgene werking (de vorming van de secundaire geslachtskenmerken) van het testosteron.

Testosteron



Steroidhormonen dringen door de celmembraan van de doelwitcel en binden zich daar aan het aanwezige receptor-proteïne. Deze binding en het ontstaan van de hormoon-eiwit verbinding is een vereiste voor de hormoonwerking. Bij veel doelwitorganen wordt uit testosteron dihydrotestosteron gevormt, de eigenlijke werkzame stof.

Het testosteron is het mannelijke geslachtshormoon en veroorzaakt in de pubertijd de typische mannelijke kenmerken, zoals stemverandering, haargroei en toename van de lichaamsmassa. De productie in de teelballen is ongeveer 7 milligram per dag. Ook de bijnierschors produceert een kleine hoeveelheid, bij vrouwen is de productie daardoor ongeveer 0.5 mg per dag.

Sinds 1986 is testosteron op de lijst "verboden middelen" van het Internationaal Olympisch Comité gezet. Dat is veel later dan de anabole steroïden omdat het testosteron zelf een lichaamseigen stof is. De methode die gebruikt wordt om iemand positief te verklaren op het gebruik van extra testosteron is omstreden maar geldt tot nu toe als afdoende. Men meet de hoeveelheid testosteron in verhouding tot het zogenaamde epitestosteron. De normale verhouding tussen de beiden stoffen ligt tussen 1:1 en 1:2 en groeit indien testosteron toegevoegd wordt omdat de absolute hoeveelheid epitestosteron ongeveer gelijk blijft. Als grens tussen positief en negatief werd lange tijd uitgegaan van de maximale verhouding 6. Er blijken echter vele factoren te zijn die van invloed zijn op de verhouding Ep/T, daarbij komt dat de topsporter vaak zelf al een uitzondering op de regel is. Momenteel is het zo dat een verhouding groter dan 6 maar kleiner dan 10 niet meer direct tot het positief verklaren van de sporter leidt. Het gebruik van testosteron door vrouwen veroorzaakt ingrijpende veranderingen waarvan sommige niet reversibel zoals stemverandering en clitorisvergroting. De T-concentratie wordt in ons lichaam netjes op pijl gehouden door een feedback mechanisme. De hypofyse hormonen FSH (follikel stimulerend hormoon, de naam geeft de werking bij de vrouw aan) en ICSH (interstitiële cellen stimulerend hormoon, dit zijn de testosteron producerende cellen in de testis) stimuleren de productie van testosteron. Als de hypofyse een hogere T-concentratie signaleert dan worden minder FSH en ICSH aan de bloedstroom afgegeven. Een lage T-concentratie beïnvloed het systeem op de omgekeerde manier. Na afgifte aan de bloedstroom wordt testosteron op verschillende manieren gebonden om transport te vergemakkelijken. Slecht 1% wordt als vrije testosteron vervoerd. Deze vrije vorm is het eigenlijke werkende testosteron, de gebonden vorm werkt als een buffer.

WERVELKOLOM

Bouw

Onze wervelkolom bestaat uit 23 wervels:

- 7 halswervels (cervicaal)
- 12 borstwervels (thoracaal)
- 5 lendewervels (lumbaal)
- 5 heiligbeenwervels (sacraal)
- 3-5 staartwervels.

De heiligbeenwervels zijn vergroeit tot het heiligbeen, de staartwervels vormen samen het staartbeen.

de normale natuurlijke rechte rug laat een duidelijke dubbele S-vorm zien. Bij het streven naar een rechte rughouding, bijvoorbeeld bij krachttraining met belasting op de schouders, is het belangrijk te realiseren dat niet een letterlijke loodrechte rug bedoeld wordt. Bij deze natuurlijke stand sluiten de wervels onderling aan en is de rug flexibel en in staat grote krachten te absorberen.

De uit beenweefsel bestaande wervels worden onderling doorverbonden door 23 tussenwervel-schijven (TWS). De TWS fungeert als schokdemper en bestaat uit een kraakbeenring met daarin een zachte kern. De dikte van de TWS neemt van boven naar onder toe. In totaal maken de TWS $\frac{1}{4}$ van de totale lengte van de wervelkolom uit. De kraakbeenring zelf bestaat uit een aantal lagen waarvan de structuur steeds een andere richting heeft. Bij een torsiebeweging is het de TWS die de draaibeweging toelaat. In zo'n torsie toestand is de TWS-kraakbeen ring minder bestand tegen verticale belasting. Als het echt mis gaat spreken we van een hernia. De zachte inhoud van de kern treedt hierbij naar buiten. Als dit gebeurt in richting van het ruggemerg(kanaal) dan drukt de kerninhoud dus tegen de zenuwbanen, hetgeen verantwoordelijk is voor de vervelende bijverschijnselen van de hernia. In het uiterste geval kan verlamming optreden in het gehele gebied dat normaal gesproken vanaf de hernia door de zenuwuitlopers verzorgd zou worden.

Functie

We onderscheiden de volgende biomechanische functies:

- Statisch, opvang en overdracht van krachten
- Dynamisch, buiging van de romp in alle richtingen en de torsiebeweging, draaien van het bovenlichaam ten opzichte van het onderlichaam.
- Bescherming van het ruggemerg.

Op middelbare leeftijd neemt de belastbaarheid en beweeglijkheid van de wervelkolom af. De flexibiliteit van het kraakbeen van de TWS wordt minder, de absorptie van uitwendige krachten neemt af ten opzichte van die op jongere leeftijd. Bij jeugdigen is de wervel zelf meestal de zwakke plaats. Met name als de verbening nog niet voltooid is. In geval van de ziekte van Scheuermann kunnen delen van de zachte TWS kern in het wervellichaam zelf geperst worden.

In de sport treden uiteraard ook voor de wervelkolom enorme belastingen op. Nu ook de krachttraining een belangrijk onderdeel van de totale training is wordt het belangrijk te weten welke krachtsverhoudingen tussen de verschillende lichaamshoudingen onderling een rol spelen.

Uitgaande van een gemiddelde persoon die normaal rechtop staat; de belasting op de vijfde lende-TWS bedraagt 40 kg. Als deze persoon zich vooroverbuigt tot een horizontale

rompositie (90 graden) dan is de druk reeds opgelopen tot 280 kg. Staat de persoon rechtop (180 graden) en heeft hij een halter van 50 kg in de handen dan is de druk dus 90 kg. Bij 150 graden wordt dit 360 kg, bij 120 graden 630 en bij 90 graden zelfs 720 kg! Deze krachten kunnen zich verdubbelen in geval van versnellingen van de halter zoals dit bij verschillende krachttraining oefeningen het geval is.

In de borst en buikholte treed een reflexmatige persdruk op bij aanvang van krachtoefening. Dit noemt met de valsalva manoeuvre. Door deze binnen druk neemt de belastingdruk op de wervelkolom sterk af. Bij goed getrainde atleten blijkt dit effect door de sterke buikspieren nog groter te zijn. Daarnaast is het gebruik van een riem aan te raden omdat de binnendruk daardoor nog iets toeneemt. Een strakke of erg brede riem is onnodig en kan leiden tot een grotere "prestatie" in de (kracht)trainingoefening en een groter blessure-risico.

Met betrekking tot het invullen van de (kracht)training zijn de volgende vuistregels van belang:

- vermijd statische duurbelasting, waarbij de rughouding niet recht is
- vermijd duidelijke overstrekking van de rug
- versterk de musculatuur van buik en rug, dit geldt met namen voor de lange rugstrekkingen die de wervels in hun juiste positie houden
- gebruikt een riem bij oefeningen waarbij een sterke axiale (inde lengterichting van de wervelkolom) druk optreedt
- vermijd axiale druk in lichaamsposities waarbij de wervelkolom een torsiebeweging uitvoert.

T.Leenders

X-BENEN

Onder deze afwijking verstaan we het dubbelzijdig naar binnen staan van de knieën waarbij de onderbenen uiteen staan. Men spreekt over een valgusstand. Bij kinderen komt dit vaker voor maar meestal verdwijnt deze afwijking spontaan na het vierde levensjaar. Een X-been kan ook ontstaan na beenbreuk.

Behalve de valgusstand kennen we ook de varusstand, dit is de hoekstand tussen twee botten waarbij de verkromming naar de buitenzijde optreedt. Bijvoorbeeld bij O-benen.

Als men rechtop staat, met de hielen tegen elkaar, en er is meer dan twee vingers tussenruimte tussen de knieën dan is er sprake van O-benen. Bij O-benen is de iliopsoas meestal verkort of neigt hier sterk toe. De iliopsoas is een tweedelige spier die de lendewervels van het darmbeen verbindt met de binnenzijde van het dijbeen. Deze spier als functioneert als knieheffer. Bij verkorting wordt het bekken voorover gekanteld, er ontstaat een zogenaamde holle rug. Een holle rug kan tot onderrugpijnen leiden. Rekoefeningen voor de iliopsoas zijn belangrijk en bij de keuze van een buikspieroefening dient erop gelet te worden dat de beenheffers niet meedoen en zodoende extra getraind worden wat weer verkorting in de hand werkt. Probeer tijdens het trainen van de buikspieren de knieën zo ver mogelijk op te trekken. Breng de kin op de borst en "rol" de romp op. Op deze wijze worden de buikspieren aan het werk gezet en de beenspieren, en iliopsoas, zoveel mogelijk uitgeschakeld.

Als men rechtop staat, met de knieën tegen elkaar, en het is moeilijk om de hielen bij elkaar te brengen dan is er sprake van X-benen. Meestal heeft men naast X-benen ook platvoeten. Bij X-benen kan pijn aan de binnenkant van de knieën optreden. Zeker de helft van de vrouwen heeft in meer of mindere mate X-benen. De oorzaak is het bredere bekken van de vrouw. Knieklachten tijdens sportbeoefening van meisjes in de groeispurfase hebben vaak te maken met X-benen. Stoppen met sporten is zeker niet de enige oplossing. Aanpassen van de belasting, vooral in de pubertijd, is een betere remedie. Daarnaast kan er aandacht besteed worden aan het schoeisel. Overgewicht verergert de klachten van X-benen en plat- en knikvoeten.

Voor een duursporter met klachten die in relatie staan tot X-benen is het hardlopen het meest belastend. Fietsen is dan een goed alternatief en zeker zwemmen is een veilige manier om duurarbeid te verrichten.

T.Leenders