

# KRACHTtraining

Vakblad voor sporters, trainers en fitnessprofessionals

## Colofon

Krachttraining is een uitgave van het KNKF Kenniscentrum.

Krachttraining is een vakblad voor sporters, trainers en fitnessprofessionals. Krachttraining geeft eerlijke en betrouwbare informatie over alle mogelijke vormen van krachttraining, fitness en andere relevante onderwerpen, zoals bijvoorbeeld mentale training, voeding en voedingssupplementen. Alle artikelen in Krachttraining hebben een wetenschappelijke basis. Dit betekent dat de informatie in Krachttraining is gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek. Geen sportschoolwaarheden dus of door commerciële belangen geschreven artikelen.

Krachttraining verschijnt drie keer per jaar, digitaal en is geheel gratis. Een gratis abonnement is aan te vragen via [www.knkf.nl](http://www.knkf.nl)

### Eindredacteur

Drs. Arien Bosch

### Redactie

Drs. Tom Bruijnen  
Drs. Erik Hein  
Ir. Willem Koert  
Robbert Wolters

### Copyright

Niets van deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Het auteursrecht van Krachttraining en de daarin verschenen artikelen worden door de uitgever voorbehouden. Het verlenen van toestemming tot publicatie houdt in dat de auteur de uitgever, mits uitsluiting van ieder ander, machtigt de bij de auteurswet door derden verschuldigde vergoeding voor kopiëren te innen of daartoe in en buiten rechte op te treden.

## Inhoud

### Voeding

De wetenschap achter NO-boosters 2

### Training

Crossfit: een visie op fitness! 5

### Training

Toepassingen van biomechanische berekeningen bij sportief tillen 10

Kennis is Kracht!



# De wetenschap achter NO-boosters

## L-Arginine, L-ornithine en L-citrulline voor krachtssporters

Door Ir. Willem Koert

**In de top vijf van de twee meest effectieve supplementen die krachtssporters kunnen gebruiken, staan eiwitpreparaten en creatine sinds jaar en dag op de plaatsen één en twee. Wat staat er op drie? Of op vier of vijf? Daarover verschillen de onderzoekers nog van mening. Maar dat NO-boosters een plaats in de top vijf verdienen, wordt met elke publicatie een stukje waarschijnlijker.**

Supplementenwinkels verkopen tientallen soorten NO-boosters. Ze bevatten verbindingen die in het lichaam dienen als een precursor voor stikstofmonoxide of, in het Engels, *nitrogen oxide* of NO. De verbindingen in NO-boosters zijn vrijwel altijd de nauw aan elkaar verwante aminozuren L-arginine, L-ornithine en L-citrulline. Het lichaam maakt die aminozuren aan door omzetting van glutamine, glutaminezuur en proline. Sporters kunnen de concentratie van NO-precursoren ook verhogen als ze voedingsmiddelen of supplementen gebruiken waarin L-arginine, L-ornithine of L-citrulline zit. Eén van de beste voedingsbronnen is meloen. Driekwart liter meloensap bevat een gram L-citrulline. Omdat onderzoekers meerdere grammen per dag nodig hebben voor interessante effecten, zijn sporters aangewezen op supplementen.

### NO voor spiergroei

In dierstudies remmen medicijnen die de aanmaak van NO remmen de groei van spierweefsel door intensieve training.<sup>I</sup> Dat komt vooral, omdat NO een sleutelrol speelt in het activeren van stamcellen. Intensieve training prikkelt via NO stamcellen om zich te ontwikkelen tot spiercel, en een plaats in het spierweefsel in te nemen.<sup>II</sup> Daarnaast hebben receptoren voor androgene hormonen in spiercellen NO nodig om te functioneren<sup>III</sup> en nemen actieve spiercellen dankzij een verhoogde NO-aanmaak makkelijker glucose op uit het bloed.<sup>IV</sup> Die fundamentele kennis, die dateert uit de late jaren negentig en de eerste jaren van de 21ste eeuw, verleidde onderzoekers al snel tot de speculatie dat supplementen die de aanmaak van NO in spierweefsel verhogen krachtssporters kun-

nen helpen aan meer progressie.

Aanwijzingen voor de juistheid van die speculatie vind je in dierstudies. Biggen die een genetische aanleg hebben om veel vetweefsel aan te zetten, worden bijvoorbeeld gespierder en slanker als ze arginine door hun voer krijgen.<sup>V</sup> Hetzelfde gebeurt met ratten die worden vetgemest met voer dat is verrijkt met arginine: de dieren worden gespierder en bouwen minder vetreserves op dan vetgemeste ratten die geen arginine krijgen.<sup>VI</sup>

### Vroege humane studies

Het aantal studies naar de werkzaamheid van NO-precursoren is niet te vergelijken met het overweldigende aantal studies naar bijvoorbeeld de effectiviteit van creatine of bèta-alanine. Maar dat neemt niet weg dat de studies die we wél hebben voor krachtssporters interessante resultaten rapporteren.

Al in 1989 publiceerde de *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* bijvoorbeeld een studie waarin mannelijke proefpersonen vijf weken lang elke dag een gram L-arginine en een gram L-ornithine slikten, en daarnaast aan krachtstraining deden.<sup>VII</sup> De bescheiden suppletie zorgde voor een statistisch significante toename van de vetvrije massa en de totale spierkracht.

In 1997 verscheen in *Nutritional Sciences Journal* een Aziatische studie waarin onderzoekers elitegewichtheffers gedurende een maand dagelijks ongeveer 2 gram arginine en 2 gram ornithine gaven.<sup>VIII</sup> De vetvrije massa en vetmassa van de controlegroep, die een placebo slikte, veranderde niet. De vetvrije massa van

de experimentele groep nam echter toe, en diens vetmassa nam af. Significante effecten op de maximaalkracht had de suppletie niet.

Er zijn twee redenen waarom arginine en ornithine in de jaren negentig niet doorbraken als supplement. De ene is dat niet alle studies interessante effecten konden laten zien, de tweede is dat de theorie achter de werking van arginine en verwante aminozuren in diskrediet raakte. Die theorie wilde dat argininesuppletie de hypofyse aanzette tot een verhoogde afgifte van groeihormoon. Nou doen op arginine gebaseerde supplementen dat inderdaad, maar in de late jaren negentig begonnen onderzoekers te denken dat de mate waarin argininesuppletie de groeihormoonaanmaak verhoogt te klein is om effect te sorteren.<sup>IX</sup> Pas in de 21ste eeuw, nadat de NO-hypothese voet aan de grond had gekregen, kregen supplementen met arginine en verwante aminozuren een nieuwe kans.

### Slanker door NO-boosters

In 2006 publiceerden Italiaanse endocrinologen een trial waarin ze dikke mensen met diabetes 21 dagen strikt dieet lieten houden en daarbij drie keer per week lieten trainen in een fitnesscentrum. De ene helft van de proefpersonen slikte dagelijks 8.3 gram L-arginine, de andere helft gebruikte een placebo. Toen de proef was afgelopen, was de placebogroep 2.1 kilo vet en 1.7 kilo vetvrije massa kwijtgeraakt. De arginiegroep had 3 kilo vet verloren, maar was geen vetvrije massa kwijtgeraakt. Kennelijk beschermt argininesuppletie de spiermassa tegen afbraak tijdens een caloriebeperkend dieet, en versnelt het de

afbraak van vetweefsel. Een theorie is dat NO in vetcellen de afbraak van het eiwit perilipine versnelt. In vetcellen vind je het opgeslagen vet in blaasjes die uit perilipine zijn opgebouwd. Breken de blaasjes af, dan geven de vetcellen hun inhoud vrij aan de bloedbaan.

De gebruikte dosis komt niet uit de lucht vallen. Volgens studies is 9 gram L-arginine per dag de hoogste dosis die praktisch iedereen zonder problemen kan innemen zonder buikklachten te krijgen. De dosis is tevens voldoende om de argininespiegel significant te verhogen.

## Sterker door NO-boosters

Halverwege de jaren tien deden Duitse onderzoekers een proef waarin ze een dozijn vrouwen tussen de vijftig en zestig jaar elke dag 14 gram L-arginine gaven (in de vorm van 18 gram Arginine HCl).<sup>X</sup> Een controlegroep kreeg een placebo. Hoewel de vrouwen niet trainden, was hun spierkracht per kilogram vetvrije massa na een half jaar statistisch significant toegenomen. Nu zijn de proefpersonen van de Duitsers natuurlijk geen krachtssporters. De bodybuilders waaraan Spaanse bewegingswetenschappers van de University of Cordoba eenmalig 8 gram citrullinemalaat gaven waren dat wel. De bodybuilders slikten het supplement een uur, voordat ze een intensieve borsttraining ondergingen, waarin ze 16 sets at failure afwerkten. Hoe verder de training vorderde, des te groter was het effect van het supplement. Citrullinemalaat verhoogde het aantal reps dat de bodybuilders konden maken ten opzichte van een identieke training zonder suppletie. In de eerste set verhoogde het supplement het aantal herhalingen dat de bodybuilders konden maken met één procent. In de derde set was dat opgelopen tot tien procent, en in de zestiende set die de bodybuilders maakten, verhoogde citrullinemalaat het aantal herhalingen met 53 procent.

Ondanks de aanzienlijke toename van het trainingsvolume verminderde het supplement de spierpijn die de bodybuilders de dagen na hun training rapporteerden met veertig procent. Dat wijst er op dat citrullinemalaat een antikatabole werking heeft, aldus de onderzoekers.

Het supplement was niet zonder bijwerkingen. Vijftien procent van de proefpersonen had last van buikpijn.

## Anabole hormonen

Helemaal van de baan is de groeihormoontheorie niet. Hij dook weer op in een Poolse studie, die in april 2010 verscheen in de *Journal of Strength & Conditioning Research*.<sup>XI</sup> In dat onderzoek kregen negen powerlifters twee keer per dag 3 gram L-arginine, 2.2 gram L-ornithine en 12 mg vitamine B12. Een controlegroep van acht sporters slikte een placebo.

Tijdens het onderzoek, dat drie weken duurde, waren de powerlifters aan het taperen. Ze bankdrukten, deadliftten en squatten met 90-120 procent van het gewicht waarmee ze nog net één rep konden maken. De suppletie verhoogde tijdens rust, maar vooral tijdens en na de training de concentratie groeihormoon en IGF-1 met tientallen procenten. In dit geval waren de hormonale effecten van de suppletie in theorie voldoende om de spierontwikkeling te bevorderen. Of dat bij de Poolse powerlifters daadwerkelijk gebeurde, vertelt de studie niet.

Het is niet logisch, maar sporters die vlak voor hun training NO-precursoren slikken in doses die hoger zijn dan 5 gram remmen hun aanmaak van groeihormoon als gevolg van hun training. Onderzoekers van Syracuse University ontdekten het paradoxale effect toen ze acht bodybuilders 7 gram L-arginine gaven.<sup>XII</sup> Normaliter resulteert krachttraining in een tijdelijke, maar forse piek in de concentratie groeihormoon, maar die blijft deels achterwege door een te hoge suppletie. De meeste makers van NO-precursoren adviseren gebruikers om verspreid over de dag twee tot drie porties van 3-5 gram aminozuur te nemen. Voor krachtssporters die waarde hechten aan het groeihormooneffect van NO-precursoren is dat een goed advies.

## Minder vermoeidheid

Arginine, ornithine en citrulline zijn niet alleen precursoren van groeihormoon, IGF-1 en NO. De aminozuren verhogen,

doordat ze de ureumcyclus versnellen, ook de snelheid waarmee het lichaam ammonia uit de bloedbaan verwijdert, wisten supplementenmakers al in de jaren zeventig. In die periode lanceerde de supplementenindustrie het supplement citrullinemalaat, een mengsel van citrulline en appelzuur onder de namen Stimol en Stimul. Vooral wielrenners gebruikten het.

Het idee achter citrullinemalaat was dat citrulline versneld ammonia uit de bloedbaan verwijdert, en zo vermoeidheid verdrijft. Appelzuur zou in de cellen de citroenzuurcyclus sneller laten verlopen, en zo de energieproductie in cellen op een hoger plan brengen. De citroenzuurcyclus is de laatste stap in het proces waarin cellen suikers, eiwitten en vetzuren omzetten in energie.

Toen de NO-boosters de supplementenwinkels veroverden, keerde citrullinemalaat terug – en kwamen er varianten op de markt die op het zelfde principe waren gebaseerd. Het waren allemaal mengsels van een arginine-analoog en een organisch zuur dat een stimulerende rol speelt in de citroenzuurcyclus. Arginine-ketoglutaat is zo'n supplement dat vooral op krachtssporters is gericht, arginine-aspartaat zit vooral in producten voor duursporters.

## Duursporters

Studies bevestigen het prestatiebevorderende effect van NO-precursoren op duurprestaties. In een recente publicatie van de University of Nebraska-Lincoln verhoogde dagelijkse suppletie met 1500 mg L-arginine en 150 mg grapeseed-extract de intensiteit waarmee ongetrainde proefpersonen kunnen fietsen zonder dat ze moe worden.<sup>XIII</sup>

In een andere studie verbrandden proefpersonen iets meer vet en iets minder koolhydraten als ze 3 gram arginine-aspartaat per dag slikten.<sup>XIV</sup> Ook dat effect trad op toen de proefpersonen zich niet hard inspanden.

Hoewel de omstandigheden waaronder de effecten van NO-precursoren hierboven zijn bestudeerd en verschillen van de werkelijkheid van de duursport, is het

verleidelijk om te speculeren dat dankzij NO-precursoren sporters hun krachten kunnen sparen voor de momenten waarop ze wél maximale prestaties moeten neerzetten. En dat is precies wat suppletie met 3-6 gram L-ornithine per dag doet in een Japans onderzoek.<sup>XV</sup> In die studie moesten proefpersonen vier uren fietsen met een redelijk tempo. Na een half uur en 3,5 uur moesten de proefpersonen sprinten. De suppletie verminderde de afname van de sprintsnelheid aan het einde van de vier uur durende rit.

## Samenvatting

De effectiviteit van NO-precursoren is niet zo goed onderbouwd als die van creatine, maar er zijn studies die suggereren dat NO-precursoren krachtsporters helpen bij het afbouwen van hun vetmassa en de opbouw van de spiermassa. Ook verbeteren ze de kwaliteit van de training, doordat ze het aantal reps verhogen. Hoewel doses van 2 gram in sommige studies al effect hebben, reppen de meeste onderzoeken van doses van 9-18 gram NO-precursoren per dag. Sporters zouden die doses het beste kunnen verdelen over twee tot drie innames per dag. De duur van de studies varieert van drie weken tot een half jaar. De enige bijwerking waarvan de studies melding maken is buikpijn. Over de gezondheidseffecten op de langere termijn is nog niets bekend. Tenslotte zijn er aanwijzingen dat NO-precursoren bij duursporters vermoeidheidsverschijnselen verminderen.

## Literatuur

- I J Appl Physiol 2002 May; 92(5):2005-11.
- II Mol Biol Cell 2000 May; 11(5):1859-74.
- III J Endocrinol. 2004 Nov; 183(2):343-51.
- IV Diabetes 1999 Sep;48(9): 1815-21.
- V Amino Acids. 2009 May; 37(1):169-75.
- VI J Nutr. 2009 Feb;139(2): 230-7.
- VII J Sports Med Phys Fitness. 1989 Mar; 29(1):52-6.
- VIII Nutritional Sciences Journal. 1997 22(4): 373-383.
- IX Nutrition. 2002 Jul-Aug;18(7-8): 657-61.
- X Clin Physiol Funct Imaging. 2008 Sep;28(5): 307-11.
- XI J Strength Cond Res. 2010 Apr;24(4): 1082-90.
- XII J Appl Physiol. 2006 Sep;101(3): 848-52.
- XIII J Strength Cond Res. 2010 May; 24(5): 1306-12.
- XIV Journal of Sports Science and Medicine. 2005; 4:314-22.
- XV Nutr Res. 2008 Nov; 28(11):738-43

**Ir. Willem Koert** is wetenschapsverslaggever en schrijft over gezondheid, voeding en sport. Zijn stukken zijn verschenen in de Volkskrant, het Weekblad voor Wageningen UR, Elsevier Voedingsmiddelen Industrie, Food Engineering & Ingredients, Fysiek, Sport & Fitness en Natural Body. Hij is de webmaster van de digitale nieuwsbrief Ergogenics.

# Crossfit: een visie op fitness!

Door drs. Erik Hein

Er zijn vele fitness hypes, maar Crossfit is een fenomeen dat serieuze aandacht verdient. Crossfit is namelijk niet gekoppeld aan een of andere gadget of guru, maar is een totaalvisie op fysieke training. De Crossfit visie daagt ons uit om weer eens na te denken over wat fitness nu eigenlijk is, wat we willen bereiken en welke middelen we daar voor inzetten. Crossfit is tevens een natuurlijke tegenhanger voor de steeds therapeutischer wordende functionele training welke het laatste decennium zo nadrukkelijk de fitness agenda heeft bepaald. Crossfit verdient overigens ook aandacht vanwege het volkomen banale feit dat het een mondiaal fenomeen aan het worden is en met name ook binnen fysieke beroepen als politie, brandweer en leger de inhoudelijke agenda aan het bepalen is.

In dit artikel worden visie, doel en inhoud van het Crossfit systeem besproken en daar waar nodig kanttekeningen geplaatst.

## Wat is Crossfit<sup>1</sup>?

Crossfit is een multinationale fitnessbeweging met een geheel eigen en kenmerkende visie op fitness. Uit de naam blijkt al haar missie: **Crossfit** is het ideaal van de totale atleet die hoog scoort op een veelheid van skills, drills en velerlei sporten en taken. Crossfit is uniek omdat het ondersteund wordt door observeerbare prestaties, methoden, argumenten, 'science' en een transparant en voor iedereen toegankelijk 'internetlaboratorium'. En juist een expliciete en transparantie visie op de fysieke trainingscultuur is altijd welkom, omdat we zonder visie maar wat aan rommelen en overgeleverd zijn aan de 'gadgets'!

De specialiteit van Crossfit is niet te specificeren, omdat het leven veelzijdigheid en adaptatievermogen belooft. In de woorden van grondlegger Greg Glassman:

*'The aim of CrossFit has been to forge a broad, general, and inclusive fitness. We sought to build a program that would best prepare trainees for any physical contingency—prepare them not only for the unknown but for the unknowable.'*

Het gaat dus om een zo'n breed mogelijke fitness welke niet alleen een goede voorbereiding is voor bekende uitdagingen, maar zeker ook voor onbekende uitdagingen.

Dit laatste moet niet licht genomen

worden, want Crossfit is serieus wanneer zij pretendeert mensen een fysieke basis mee te geven die ook in worstcase scenario's de kans op winnen vergroot. Denk aan de politiemans, de brandweerman of een burger in een noodsituatie: in dergelijke situaties kan alles van je verlangd worden. Een korte sprint, tien trappen op voor het redden van een slachtoffer, het tillen en dragen van een collega, het worstelen met een belager of het achterna springen van een kind dat in het water gevallen is.

### Meetbaar, observeerbaar, herhaalbaar

Een belangrijk kenmerk van de Crossfit filosofie is haar nadruk op meetbare, observeerbare en herhaalbare data. Want zegt Glassman:

*'Science is about measurement and prediction. Without measurable, observable, repeatable data concerning the fundamental physical units of kinematics (mass, distance, and time or MKS) there is no science of human performance. This is true of the planets, automobiles, and exercise.'*

Iedere fysieke trainer weet dat dit waar is, want hoe kun je vooruitgang bepalen als er niets te meten of te observeren is! We zullen later nog zien dat metingen, vooral die met de klok een centrale rol vervullen in de training en in de definitie van fitness en functionele bewegingen.

## Wat is fitness?

Voor Crossfit is het essentieel om vooraf te bepalen wat fitness is en dit te doen in meetbare, observeerbare en herhaalbare

termen. Crossfit definieert fitness als de fysieke capaciteit om de dingen te doen die je wilt doen (bekend, gepland) en die het leven van je vraagt (onbekend, niet gepland). In meetbare en observeerbare termen is fitness:

*'increased work capacity across broad time, modal, and age domains'<sup>2</sup>*

Laten we deze definitie van Fitness nader onder de loep nemen:

1. 'work capacity' is te vertalen als arbeidsvermogen, d.w.z. het vermogen om arbeid te verrichten. Arbeidsvermogen is gelijk aan kracht \* afstand/tijd: het leveren van een bepaalde kracht over een bepaalde afstand in een bepaalde tijd. Degenen die de grootste kracht over de grootste afstand in de kortste tijd levert, heeft het grootste arbeidsvermogen en is dus het meeste Fit. Arbeidsvermogen is in Crossfit gelijk aan de termen power en intensiteit.

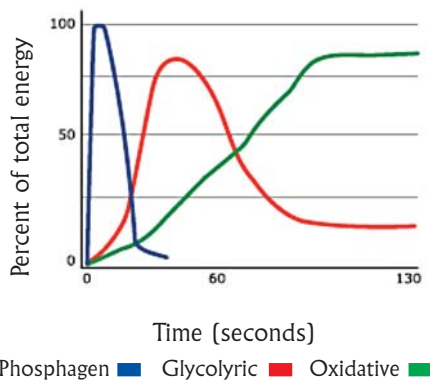
Arbeidsvermogen is gelijk aan  $F * d/T$ : het leveren van kracht over een afstand in een bepaalde tijd.

2. *across broad time, modal, and age domains*

De toename van het arbeidsvermogen dient niet enkel te gebeuren in specifieke oefeningen, een specifiek nummer of een specifieke sport. Integendeel! Het gaat immers om een 'general, and inclusive fitness'!

## Broad Time domain

Crossfit streeft naar een toename van het arbeidsvermogen in activiteiten van korte duur/hoge power, middelmatige duur/middelmatige power en lange duur/lage power. Deze zijn gekoppeld aan de drie energiesystemen. Degene die het beste scoort op alle drie de tijd en power domeinen is het meeste Crossfit!



**Figuur 1. Arbeidsvermogen gekoppeld aan energiesystemen**

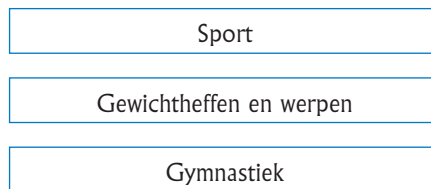
## Broad Modal Domains

Crossfit streeft naar een optimale verbetering en toename van het arbeidsvermogen in de complete lijst van fysieke eigenschappen, te weten:

- Cardiovasculaire/respiratoire uithoudingsvermogen
- Stamina
- Kracht
- Flexibiliteit
- Power
- Snelheid
- Coördinatie
- Behendigheid
- Balans
- Accuraatheid

De eerste vier zijn met name organische kwaliteiten, de laatste vier neurologische eigenschappen en power en snelheid hebben van beide wat. Het doel is dat Crossfit atleten in alle tien genoemde fysieke domeinen trainen en fit worden. Degene met het (gemiddeld) hoogste arbeidsvermogen over alle tien fysieke domeinen is het meeste fit.

Naast de tien fysieke domeinen wordt de basis van Crossfit gevormd door enkele standaard 'sportdomeinen':



**Figuur 2. Drie standaard sport-domeinen**

Onder gymnastiek worden alle activiteiten verstaan die te maken hebben met het controleren van het eigen lichaam: van opdrukken tot touwklimmen, van kniebuigen tot hoogspringen. Ook maken specialistische gymnastische oefeningen deel uit van het programma: van handstanden en variaties tot en met ringwerk. Met name de laatste categorie voldoet aan de neurologische kwaliteiten uit het lijstje van de tien fysieke domeinen als hierboven beschreven.

Onder de categorie gewichtheffen vallen met name de Olympische oefeningen en afgeleide oefeningen: de Snatch en de Clean & Jerk. Deze oefeningen hebben als basis oefeningen als de deadlift, de verschillende squatvormen en de pressvormen. Voor wat betreft het werpen maakt Crossfit nadrukkelijk gebruik van de medicinbal voor de ontwikkeling van onder meer power en cardio. Core stability wordt binnen Crossfit als 'midline stabilization' geduid en wordt vooral gezocht in functionele bewegingen als bijvoorbeeld een overhead squat of bijvoorbeeld een Farmers walk.

Tenslotte moedigt Crossfit participatie in een veelheid van sporten aan om het verworven arbeidsvermogen toe te passen in

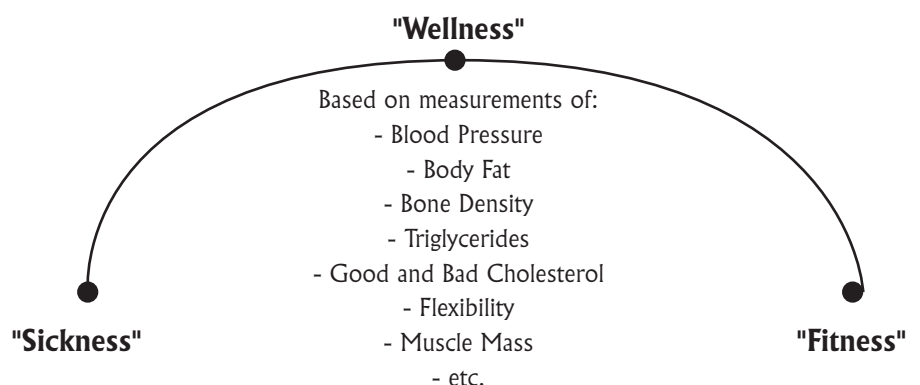
een competitieve context vol met bekende en onbekende uitdagingen.

## Broad Age domain

Deze standaard van fitness stelt als doel om een zo'n groot mogelijk arbeidsvermogen te behouden gedurende het ouder worden. Een groot arbeidsvermogen is nodig om vitaal te blijven en de dingen te doen die je wilt doen...op je twintigste, maar ook op je tachtigste! We hebben het dan wederom over een groot arbeidsvermogen in een diversiteit van eerder genoemde tijd- en modaliteits domeinen. In spreektaal: zowel op je twintigste als op je zestigste dien je en sprint te kunnen trekken om de bus te halen, een flinke wandeling te kunnen maken, een uur kunnen voetballen met de kinderen, een tasjesdief van je af duwen en alles wat het leven verder van je vraagt!

## Fitness en gezondheid

In tegenstelling tot enkele dominante wetenschappelijke modellen<sup>3</sup> ziet Crossfit ziekte, welzijn en fitness als parameters van een en hetzelfde concept: gezondheid. Crossfit gaat er van uit dat elke meetbare gezondheidsvariabele geplaatst kan worden op een continuüm van ziekte, welzijn en fitness. Zo is een vetpercentage van 40% pathologisch, 20 is normaal en 10% behoort bij de zeer fitte sporters. Fitness, met andere woorden, is een soort supergezondheid en beschermt tegen ziekte en de slijtage van het ouder worden. Participatie in Crossfit is dan ook per definitie werken aan je gezondheid.



Our assumption is that if everything we can measure about health will conform to this continuum then it seems that sickness, wellness, and fitness are different measures of a single quality: health.

**Figuur 3. Crossfit model van Fitness en Gezondheid**

## Het Crossfit recept

Het recept voor een ‘increased work capacity across broad time, modal, and age domains’<sup>4</sup> bestaat uit:

- Constant gevarieerde
- Functionele bewegingen
- Hoge Intensiteit

### Functionele bewegingen

Functionele bewegingen zijn real life primaire bewegingspatronen als voortbewegen, buigen en strekken van de benen en de romp, duwen en trekken van de armen en het stabiliseren van de romp. In termen van bewegingsgedrag zien we dan lopen, rennen, springen, zwemmen, klimmen, dragen, tillen, duwen, stoten, trekken, gooien e.t.c..

Het gaat hier om complexe multi-joint bewegingen met een grote coördinatie component en ‘real life’ applicaties. We hebben reeds gezien dat arbeidsvermogen bestaat uit het leveren van een kracht over een bepaalde afstand in een bepaalde tijd. Een criterium voor functionele bewegingen is dat ze een zo’n groot mogelijk arbeidsvermogen leveren. Dan hebben we het over oefeningen waarbij in korte tijd een grote kracht over een grote afstand moet worden geleverd. Daarom – en niet alleen daarom – is niet de biceps curl een favoriete Crossfit oefening, maar de Clean en Jerk en de Snatch wel!

### Hoge intensiteit

Intensiteit is de variabele die het meeste impact heeft op het fysiologische systeem en dus voor de meeste adaptaties zorgt. Intensiteit wordt geoperationaliseerd in het concept van ‘vermogen’: zoveel mogelijk arbeid in zo’n kort mogelijke tijd! Intensiteit is het belangrijkste ingrediënt van de Crossfit workouts. Intensiteit gaat overigens ook vaak hand in hand met de gewenste mentale weerbaarheid welke een essentieel onderdeel van de Crossfit filosofie is.

### Constant variëren

Zoals besproken streeft Crossfit naar een zo’n breed mogelijke fitness in de domeinen van leeftijd, modaliteit en tijd. Vanuit deze visie is constante variatie een logische consequentie. Men wil immers presteren en trainen in alle energie systemen, alle tien

fysieke eigenschappen, een grote diversiteit van gymnastische oefeningen en oefeningen met een externe weerstand.

## De Crossfit methodiek

De Crossfit methodiek is gebaseerd op techniek, consistentie en intensiteit. Startpunt is dus het aanleren van de perfecte uitvoering van:

- Grondvormen van bewegen vallend onder de categorie gymnastiek
- Een negental basis bewegingspatronen die de basis vormen voor verdere training:
  - squat, front squat, overhead squat
  - shoulder press, push press, push jerk
  - deadlift, sumo deadlift high pull , medicine ball clean.

Deze negen oefeningen vormen de basis van het onderdeel ‘gewichtheffen’ (figuur 2) binnen het Crossfit programma. Te zien is ook hoe zij tevens de basis vormen voor de Olympische halteroefeningen welke essentieel zijn in het Crossfit programma vanwege hun potentie het arbeidsvermogen te prikkelen!

Consistentie betekent continu aandacht blijven besteden aan de techniek en consistent blijven trainen. Intensiteit hebben we reeds besproken en is wellicht het meest bekende kenmerk van de Crossfit beweging.

## Het meten en schalen van de training

Een ander belangrijk en vaak onderbelicht facet van de crossfit workouts is de mogelijkheid tot het ‘schalen van de workouts’. Dat wil zeggen het bepalen van de juiste belastingsvariabelen voor een gegeven workout. Volgens Crossfit verschillen de fysieke behoeften van mensen – van grootouders tot soldaten – niet qua aard, maar alleen qua gradatie. Dat betekent dat ook de huisvrouw gebaat is bij dezelfde functionele bewegingen (oefeningen) als de topatleet, alleen ligt de intensiteit lager. De Intensiteit van een workout of oefening kan verlaagd worden door de duur, snelheid, weerstand, en aantal herhalingen te verlagen. Ook kunnen complexere oefeningen

(bijvoorbeeld. muscle up) vervangen worden door eenvoudiger oefeningen (bijvoorbeeld dips).

## Fitness als sport

Crossfit is nog een stap verder gegaan door fitness als sport in het leven te roepen. De Crossfit games zijn hier het uithangbord voor, maar ook de competities binnen de gyms ademt deze sfeer van competitie. Volgens Crossfit daagt niks mensen zo uit als en gezonde competitie, in de woorden van Glassman: ‘*men will die for points!*’ Competitie vereist meetbare, observeerbare en vergelijkbare doelen en dat is precies wat Crossfit zo graag wil. Want juist deze facetten motiveren mensen om het beste uit hun zelf te halen. Crossfit realiseert bovenstaande doordat de meeste workouts gedaan worden op ‘tijd’ met een vaste weerstand en een vaste afstand. Tijd wordt dan en betrouwbare en vergelijkbare parameter van het vermogen: hoe sneller de workout wordt uitgevoerd, hoe groter het arbeidsvermogen, hoe fitter de sporter! Door het werken met een tijdscomponent worden workouts meetbaar en vergelijkbaar en is competitie een feit. Het mag duidelijk zijn dat Crossfit wedstrijden een heel divers karakter hebben met uitdagingen ‘across broad time, modal, and age domains’.

## WOD en Benchmark Workouts

Crossfit kent de zogenaamde Workout van de Dag (WOD) welke dagelijks geplaatst wordt op de internationale website [www.crossfit.com](http://www.crossfit.com). Omdat een echte Crossfitter alle uitdagingen aan moet kunnen, zijn de random en dus steeds onvoorziene WOD in het leven geroepen. Het trouw volgen van de WOD’s biedt een gevarieerde, functionele en intensieve trainingsprikkel leidend tot een vergroting van de Crossfitness.

Naast de WOD’s kent Crossfit de zogenaamde Benchmark workouts: vaste voorgeschreven workouts die gebruikt kunnen worden om je Fitness te ‘meten’ en te vergelijken met andere Crossfitters. Op de volgende pagina zie je als voorbeeld een tabel van 'de meiden'.

"The Girls"					
Angie	Barbara	Chelsea	Diane	Elizabeth	Fran
100 pull-ups	20 pull-ups	5 pull-ups	Deadlift 225 lbs	Clean 135 lbs	Thruster 95 lbs
100 push-ups	30 push-ups	10 push-ups	Handstand push-ups	Ring Dips	Pull-ups
100 sit-ups	40 sit-ups	15 squats			
100 squats	50 squats				
for time	5 rounds for time - 3 minutes rest between rounds	each minute on the minute for 30 minutes	21-15-9 reps 3 rounds for time	21-15-9 reps 3 rounds for time	21-15-9 reps 3 rounds for time

**Tabel 1. Scoren van de workouts**

## Discussie

Crossfit vertegenwoordigt een ruimer gevoelde hang naar een meer vitale en robuustere vorm van fitness als die we in de technologische gedomineerde moderne Wellness centra zien. In een cultuur die zich kenmerkt door vervreemding hebben mensen behoefte aan het werken aan zichtbare prestaties met eigen hoofd, hart en handen. Dit geldt zeker voor jonge mannen – zie ook de enorme populariteit van bijvoorbeeld de harde vechtsporten. Overigens wordt Crossfit bevolkt door geweldig fitte, sterke en mooie vrouwen die ook hebben ontdekt wat veelzijdige, harde training met het lichaam en de psyche kan doen.

Crossfit sluit tevens aan bij de roep naar functionele training: met name naar training die je beter maakt op het sportveld, in de ring, op de mat en in de uitdagingen van het dagelijkse leven. Daar waar een deel van de functionele trainingsrichtingen wel heel erg de (fysio) therapeutische richting opgaan kiest Crossfit voor een wat stoerder imago. In plaats van een kermis van correctieve en voorbereidende oefeningen staat Crossfit op het standpunt dat iedereen de functionele Crossfit oefeningen moet kunnen uitvoeren en dat een oefening zelf een 'assessment' is die naar boven en naar beneden aangepast kan worden. Dit sluit aan bij de opvatting van Fitness autoriteit J.C. Santana van de NSCA die zich verre houdt van al teveel therapeutische invloeden.<sup>5</sup>

Qua karakter past Crossfit in de huidige opmars van de High Intensity Training filosofie<sup>6</sup>: kort en hard trainen is effectiever of minstens even effectief als de traditionele

duurinspanningen<sup>7</sup>. Intensiteit is de 'name of the game' en interval het middel<sup>8</sup>. Ook de hybride formats bestaande uit het combineren van cardio en weerstandstraining sluit aan bij de huidige literatuur naar het effect van hoog intensieve circuittraining<sup>9</sup>. Crossfit is wel uniek in haar toevoeging van het gymnastische curriculum variërend van handstandvormen tot ringwerk. Veel Crossfitters zijn zich dan ook aan het verdiepen in de turnsport wat op zichzelf een fascinerende ontwikkeling is. De bewering van Crossfit dat gymnastiek een unieke vorm van fysieke training is met een optimale aanspraak op coördinatie, precisie, lichaamscontrole en relatieve kracht kan moeilijk ontkend worden. Beheers eerst je eigen lichaam en dan externe objecten is het devies.

De effectiviteit van Crossfit wordt nogal eens betwist. Crossfit zou tot alleskunnere leiden die van alles een beetje, maar van weinig heel veel zouden kunnen. Objectief bekeken is Crossfit uiteraard niet geschikt voor specialisten: als je vooral heel sterk (powerlifter) of heel explosief (Olympisch gewichtheffer) wilt worden, kun je je beter niet inlaten met een allround programma als Crossfit.

De kritiek snijdt echter geen hout, omdat Crossfit juist die alleskunner op het oog heeft! Crossfit is voor de allround atleet en dat staat per definitie op gespannen voet met specialiseren. Iets wat grondlegger Glasman keer op keer herhaalt als hij aangeeft dat Crossfit per definitie een soort 'compromis' is.

Een belangrijkere kanttekening betreft de mogelijke gezondheids risico's van Crossfit. Al dan niet met opzet heeft Crossfit een

imago gekregen van 'doorgaan tot je kotst' en hoe zwaarder hoe beter. Veelal was dit te zien op Youtube waarbij mensen total loss en met meer dan erbarmelijke techniek zich aan het uitsloven waren. Zoals vaker gaat een welbewust gecreëerd imago (hoe zwaarder hoe beter) het eigen product in de weg zitten. Als we echter kijken naar de vele opleidingen die Crossfit organiseert en de artikelen die zij publiceert met betrekking tot de opbouw van de training en de methodiek van de oefeningen dan is het duidelijk dat Crossfit heel zorgvuldig is.

Het gevaar van met name You tube zit hem in de misinterpretatie van Crossfit door goedwillende enthousiaste leken. Zij focussen zich enkel op coole filmpjes en de intensiteits component en vergeten daarbij slim en gedoseerd te trainen. We hebben echter al gezien dat de Crossfit methodiek nadrukkelijk begint met techniek, gevolgd door consistentie en dan pas intensiteit. Hiermee samenhangend is er ook kritiek geweest van bijvoorbeeld Fitness autoriteit Mike Boyle<sup>10</sup> op het maken van veel herhalingen met gewichtheft bewegingen als een clean en press. Vermoeidheid ligt dan op de loer en complexe bewegingen als de multijoint gewichtheft oefeningen zouden dan vatbaar voor een onveilige uitvoering worden. Boyle pleit er voor om dergelijke oefeningen vooral te reserveren voor de training van de explosiviteit, met weinig herhalingen en perfecte vorm. Dit is inderdaad een aandachtspunt waar ook binnen Crossfit uitvoerig over gesproken is. Omdat men echter streeft naar een zo'n groot mogelijke power-output gekoppeld aan een cardiovasculaire prikkel middels explosieve bewegingen wordt de grens van technisch falen bewust opgezocht en opgerekt.

Het is zeker zo dat onvoldoende technische basis een groot risico vormt voor de intensieve en complexe Crossfit oefenstof. Hier ligt een grote verantwoordelijkheid en mogelijkheid voor de Crossfit coaches. Crossfit zou nog beter worden wanneer men deze aspecten van 'train hard maar smart' prominenter zouden uitdragen, met name op het internet.

## Conclusie

Crossfit heeft het oude GPP (general physical training) weer vol op de kaart gezet en dit weten te koppelen aan een uitdagende methodiek, een heldere en operationaliseerbare visie en avontuurlijk curriculum. Met name het scoren van de workouts en de wereldwijde posting daarvan op het internet is een revolutionaire dimensie van fitness gekoppeld aan de nieuwe media. Ook fitness als sport is een concept dat tot de verbeelding spreekt en als grote katalysator en motivator kan dienen voor de soms als sleur ervaren fitness training.

## Literatuur

- 1 www.crossfit.com en de Crossfit Training Journal
- 2 Crossfit start-up guide, part 1 by Todd Widman. Crossfit journal, 2009
- 3 Bouchard et al; Physical Activity and Health, Human Kinetics
- 4 Crossfit start-up guide, part 1 by Todd Widman. Crossfit journal, 2009
- 5 JC's Simple approach to movement assessment and training. JC Santana, MEd, FNSCA, CSCS\*D. www.ecaworldfitness.com/
- 6 Sprint Interval Training - "It's a HIIT!". By: Mark J. Smith, Ph.D ,© March 2008 A research paper discussing the superior health and performance benefits of high-intensity intermittent exercise over low-to moderate-intensity continuous exercise.Interval training by Mike Boyle. <http://www.strengthcoach.com>
- 7 Interval training by Mike Boyle. <http://www.strengthcoach.com>
- 8 Boyle, M: advances in functional training, page 140.
- 9 Hybrid Programming, Juan Carlos Santana,MEd,CSCS. © National Strength and Conditioning Association. Volume 26, Number 3, pages 51-52
- 10 Mike Boyle, Strength coach podcast about Crossfit

**Drs. Erik Hein** is Bewegingswetenschapper (Rijksuniversiteit Groningen) en Epidemioloog (VU A'dam) en is werkzaam als docent Integrale Beroepsvaardigheden Training (IBT) bij de Regiopolitie Utrecht. Hij verzorgt tevens leraaropleidingen Kickboksen en MMA via de SKMO, is cursusleider bij de Nederlandse Boksbond (NBB) en als docent verbonden aan onder meer de Karate Bond Nederland.

advertentie

## Lever zelf een bijdrage aan Krachttraining!

**Krachttraining is hét vakblad voor krachttrainers, krachtsporters en fitnessprofessionals. Alle artikelen in krachttraining hebben een wetenschappelijke basis. Geen sportschoolwaarheden maar objectieve, feitelijke informatie. Jij kunt nu zelf een bijdrage leveren aan het vakblad Krachttraining.**

Wij roepen lezers op een bijdrage te leveren aan het vakblad Krachttraining door een artikel te schrijven. Uitgangspunt daarbij is een artikel van minimaal 1500 woorden, passend binnen het mission statement van Krachttraining. Daarnaast moet ieder artikel minimaal vijf referenties naar andere artikelen of onderzoeken bevatten. Je kunt denken aan een artikel over

een recent onderzoek of een artikel over je eigen ervaring als krachttrainer, fysiotherapeut of sporter. Dit alles gestaafd met verwijzingen naar betrouwbare bronnen.

Om in aanmerking te komen voor plaatsing dien je allereerst een samenvatting van je artikel, niet langer dan 300 woorden, met alle referenties te mailen naar

bosch@knkf.nl. Je krijgt dan per mail bericht of jouw artikel past binnen het format van Krachttraining. Bij een positieve reactie kun je het artikel voor de aangegeven deadline aanleveren. Het aanleveren van een artikel betekent niet automatisch dat het artikel geplaatst wordt. Daarnaast behoudt de redactie zich voor het artikel te redigeren.

# Toepassingen van biomechanische berekeningen bij sportief tillen

Door Tom Bruijnen, MSc, CSCS, NSCA-CPT

Biomechanische gegevens die uit berekeningen of metingen bepaald kunnen worden, verschaffen inzichten in de effecten van tillen. In dit artikel worden op basis van enkele onderzoeken adviezen gegeven die voor elk niveau van tillen zinvol zijn. Oefeningen die gekozen worden om de romp te versterken, kunnen het beste aangeboden worden in vijf fasen die elkaar logisch opvolgen. Gevorderden kunnen weliswaar asymmetrisch en snel bewegen in extremere posities, maar geadviseerd wordt de externe massa dan niet groter dan 10% van een maximale symmetrische deadlift te hanteren. De doelstelling is het verbeteren van de mobiliteit en het leren afremmen van bewegingen, en niet het trainen van de maximale tilkracht. Zodra het doel is sterker te worden in de romp, is het advies om dit zoveel mogelijk te doen vanuit een neutrale rugpositie, die ongeacht de gekozen intensiteit en mate van fitheid altijd actief benaderd moet worden. Vervolgens moet rekening gehouden worden met een hersteltijd waarbinnen men verminderd belastbaar is, respectievelijk 8 tot 24 uur bij 25% tot 85% van de maximale intensiteit. Boven de 60% van de maximale intensiteit betekent dit dat, bij een (voor)avondtraining de volgende ochtend en gedurende de dag, het normaal is om spierpijn en –stijfheid te ervaren. Het advies is om daar zorgvuldig mee om te gaan. Juist bij frequent belasten, is het van groot belang om de neutrale rugpositie bij tillen actief in te zetten.

## Inleiding

Op internetfora en in de trainingszalen wordt door atleten die met vrije gewichten tillen vaak met elkaar gesproken over de invloed van de houding, frequentie en belasting op het krachtenspel in het lichaam. Soms leiden de gesprekken tot discussies waarin atleten bepaalde oefeningen of methoden van belasten superieur vinden of juist afwijzen. Zelden wordt echter de moeite genomen om op basis van de juiste informatie en analyse oefeningen te onderzoeken. Vaak blijft het bij een gevoelskwestie. De trainingszaal is een plek om meningen en standpunten uit te wisselen, maar niet geschikt voor een uitgebreide discussie of analyse. De auteur kiest in de praktijk voor een benadering in de trainingszaal, waarbij de instructie van technieken vanuit het ervaren van de atleet inzichtelijk gemaakt worden. Na afloop of in een andere situatie waar voldoende tijd en rust aanwezig is, worden de ervaringen besproken en achtergronden uitgelegd. Frequent tillen vind niet alleen plaats in de fitnesszaal, in veel beroepen gelden richtlijnen voor het tillen van zware lasten, maar ook voor het frequent verplaatsen van kleine obstakels. De praktijk staat een uitgebreide verantwoording lang niet altijd toe en ook dit artikel verschaft slechts een benadering van de werkelijkheid. De

ervaren atleet en trainer zullen vanuit deze analyses en adviezen kunnen komen tot een doordachte keuze in uitvoering en belasting van enkele veel voorkomende rugbelastende oefeningen.

## Biomechanica

Biomechanica wordt onder andere gebruikt om de invloed van belastingen tijdens bewegingen te analyseren en in een model te benaderen. In het kader van dit artikel wordt vooral gekeken naar het krachtenspel rond en in gewrichten van met name de wervelkolom. Het lichaam kan opgedeeld worden in verschillende segmenten zoals de armen, romp en benen en dergelijke. Elk deel van het lichaam bezit een massa, heeft een eigen zwaartepunt en staat via één of meerdere gewrichten in verbinding met andere segmenten. In analyses van het krachtenspel tijdens het tillen wordt rekening gehouden met de positie van de verschillende segmenten, de weerstand die door de vorm en de massa (inertie) van het segment worden veroorzaakt. De lijn van het eigen en externe gewicht loopt zelden precies door het scharnier van een gewricht. Als de lijn niet door het scharnierpunt loopt, ontstaat er een rotatiekracht (moment) die alleen tegengehouden kan worden door

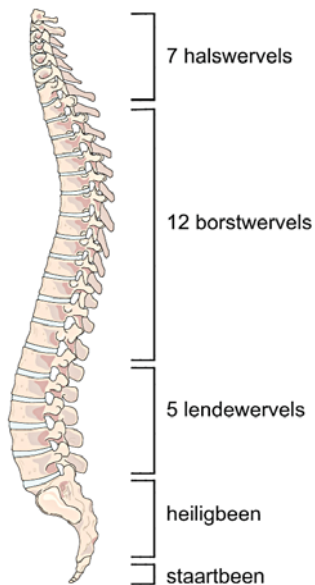
tegengestelde spierkrachten. De momenten ( $\text{kracht} \times \text{afstand tot de bewegingsas}$ ) worden in balans gehouden of er ontstaat beweging. Door gebruik te maken van gegevens over de werklijn van de betrokken spieren tot het scharnierpunt en de grootte van het moment van de externe weerstanden (lichaamsmassa plus eventuele belastingen) kunnen drukkrachten in gewrichten worden bepaald. Dit kan in alle denkbare bewegingsrichtingen gedaan worden en vergeleken worden met richtlijnen. Voor uitgebreide informatie over de modellen kunnen de bronnen bestudeerd worden.<sup>1,2,3</sup>

## Analyses

In dit artikel wordt in de modelberekeningen uitgegaan van het tillen van een belasting van de vloer (deadlift - 1st pull). Door gebruik te maken van enkele voorbeeldbelastingen en houdingen kan de invloed hiervan op de belasting in de lage rug vanuit een model berekend worden. Informatie uit het model wordt met afbeeldingen en tabellen ondersteund. In de tekst geeft de auteur vervolgens een toelichting op de gevonden resultaten en aanwijzingen voor de praktijk. De aanwijzingen zijn gebaseerd op de persoonlijke interpretatie en ervaringen van de auteur.

## Anatomie<sup>5,6</sup>

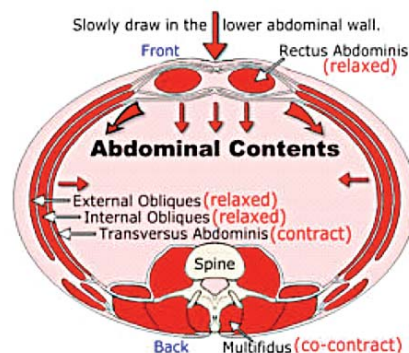
De armen en benen zijn via de schouders en heupen verbonden aan de wervelkolom. De wervelkolom bestaat uit 24 bewegelijke wervels en het heiligbeen en staartbeen uit negen vergroeide wervels (zie afbeelding 1).



**Afbeelding 1** Overzicht wervelkolom

De wervelkolom vormt de as van het lichaam en combineert de tegengestelde eigenschappen beweeglijkheid (mobiliteit) en stijfheid (stabiliteit). Met uitzondering van de verbinding tussen het hoofd en de hals en de vergroeide wervels bevindt zich aan de rugzijde van elke wervel een doornuitsteeksel en twee dwarsuitsteeksel. Vervolgens wordt de achterkant met twee botbruggen verbonden met het wervellichaam aan de voorzijde. Tussen de wervellichamen ligt een tussenwervelschijf. Vanuit het wervelgat in het midden lopen zenuwbanden naar de zijkant die naar en van organen en bijvoorbeeld spieren lopen. Met name aan de voor-, achter- en buitenzijden liggen enkele banden die zowel vervorming als spanning kunnen verdragen. De druk op de wervelkolom wordt overgedragen via het wervellichaam en de gewrichten bij de dwarsuitsteeksel. Door de bouw van de wervelkolom is de rug zwakker in extreme posities zoals bij afbuigen en draaien. De spieren die aan de romp verbonden zijn zorgen door hun samentrekking dat lasten gedragen kunnen worden. Dichtbij de wervels liggen kleine spieren die één of slechts enkele wervels overbruggen die zich meer als ligament gedragen (mm. interspinalis,

spinalis en intertransversarii). Daarnaast zijn er spieren die een schuin verloop kennen en de contouren van de wervelkolom volgen (het transversospinale systeem: mm. rotatores, multifidii en semispinalis). En tot slot een groep spieren die verder van de wervelkolom lopen en een grotere hefboom hebben (mm. longissimus, iliocostalis en splenius). De verzamelnaam van deze rugspieren is de m. erector spinae. Opgemerkt kan worden dat de kleine spiergroepen vaak aangeduid worden als het centrale deel van de rugspieren. Door hun ligging vormen deze spiergroepen de stabiliteit tussen de wervels en worden de grote bewegingen en spanningen meer opgevangen en veroorzaakt door de spieren die verder van de wervelkolom gelegen zijn. Lang werd aangenomen dat alleen de passieve structuren zoals banden en gewrichten de belangrijkste stabiliteit over (rug)segmenten veroorzaakten. Panjabi et al.<sup>7,8</sup> toonden aan dat meerdere structuren tegelijkertijd actief zijn in de lage rug. De functie van de centrale spieren, ook wel aangeduid als primaire en lokale spieren, stabiliseren de wervelkolom. Een aantal van deze spieren loopt niet alleen verticaal, maar ook kruislings en overlappend. De centrale spieren werken over een groter gebied dan alleen de verbindingen tussen twee wervels. De (para)medische experts en trainers maken steeds meer gebruik van deze kennis. Vervolgens zijn er spieren die verbonden zijn met de benen zoals mm. iliopsoas of borstkas zoals mm. abdominii (recht en schuin), quadratus lumborum, serratus posterior of een bijzonder verloop hebben zoals de mm. transversus abdominus en diafragma. Elke spiergroep kan in samenwerking met andere spiergroepen bewust of vanuit een reflex aangespannen en ontspannen worden (zie afbeelding 2).



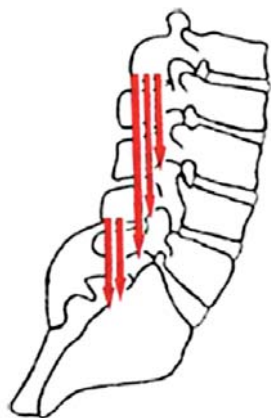
**Afbeelding 2** Aanwijzingen voor 'bracing'

De aansturing en coördinatie van deze spiergroepen in samenhang met de belastbaarheid vormt de kern van dit artikel.

## Onderzoek rugbelastingen<sup>9,10</sup>

Comerford<sup>11</sup> verdeelt de rugspieren naar functie tijdens houdingen en bewegingen in twee groepen. Een globaal systeem van spiergroepen die vanuit grote momentsarmen en spiergroepen die oppervlakkig en verder van de wervelkolom gelegen zijn en vooral actief zijn bij grote bewegingen en krachten. Daarnaast is er een lokaal (centraal) systeem van dieper gelegen spieren die meer de stabiliteit van de wervelkolom handhaaft. In alle posities en bewegingen is het centrale systeem actief en werken vooral vanuit het handhaven van de spanning (isometrisch). Bij een normale functie kunnen deze kleine spieren de instabiliteit acuut corrigeren (Brumagne<sup>12</sup>). Bij lage rugklachten is de functie van met name dit centrale systeem verstoord en vergroot bij inactiviteit de kans op herhaling of verergering van de klachten. De mm. transversus abdominus en mm. multifidii zijn onder andere centrale spieren die de stabiliteit, stijfheid van de wervelkolom tegen afschuifkrachten beschermen en een neutrale holling van de onderrug (lumbale lordose) verzorgen. De globale spieren controleren de bewegingen (range of motion – ROM). Veel van deze spieren hechten aan de fascia thoracolumbalis en functioneren eerst vanuit een statische opbouw van spanning, voordat dynamische contractie kan volgen. In feite bestaat de totale stabiliteit van de wervelkolom uit drie elkaar aanvullende subsystemen. Een actief systeem van spieren, een passief systeem bestaande uit de banden, gewrichten en botstructuren en tot slot de neurale aansturing. Bij zwakte of verstoring in één van de subsystemen compenseren de overige subsystemen<sup>7,8,13</sup>.

In afbeelding 3 is te zien hoe het verloop van de mm. multifidii in een dwarsdoorsnede over de wervels voorgesteld kan worden.

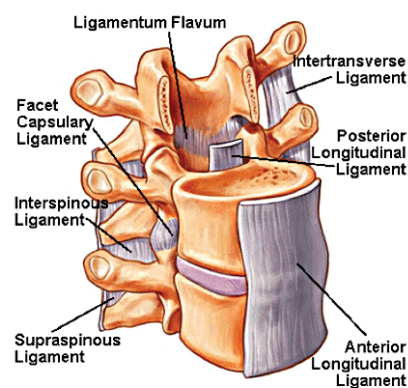


**Afbeelding 3** Verloop van de mm. multifidii over wervels

In het onderzoek van Lakiesha<sup>9</sup> is bij levende katten gekeken naar de effecten van herhaald belasten in de onderrug. Aan een onderrugwervel werd twintig minuten lang een dwarskracht losgelaten. De dwarskracht lag boven de grens waarop reflexspanning in de centrale rugspieren meetbaar was (ong. 20%) en onder de grens waarop acute schade verwacht kon worden (100%). De belasting werd telkens kortstondig aangebracht in een tempo van één keer per tien seconden (120 herhalingen totaal) op 28%, 57% en 86% van het maximum. Tot zeven uren na de proef van twintig minuten werden variabelen gemeten zoals de spieractiviteit van de mm. multifidii, de lengteverandering van (supraspinale) ligamenten bij de wervels en de verplaatsing van de wervels. Doordat op het niveau van biomechanische eigenschappen, zoals de werking van mechanoreceptoren in ligamenten en neuromusculaire reflexen, geen wezenlijk verschil is tussen spieren van mensen en katten. Ook zijn door de grote overeenstemming in bouw van onderrugwervels de gemeten reacties bij de katten van betekenis voor mensen. Na zeven uren werden de metingen stopgezet zodat de katten vervolgens konden herstellen van dit onderzoek.

Uit dit onderzoek bleek al na enkele minuten (respectievelijk vijf, zeven, acht minuten) een toename van de lengte in de banden te leiden tot kenmerkend lagere reflexspanning in de centrale rugspieren. De ligamenten zijn dan al kenmerkend toegenomen in lengte (kruip) en de mechanoreceptoren reageren pas weer met reflexen naar spieren in de meer uitgerekte stand. Een zelfde patroon ontstaat bij de verplaat-

sing van de wervels onderling. De belasting in de neutrale stand gaat niet meer gepaard met het automatisch aanspannen van de centrale rugspieren. Met name de spieractiviteit vormt de belangrijkste factor in het verzorgen van de stabiliteit van de rug. Als de mechanoreceptoren in banden en gewrichten onvoldoende reageren door vervormingen ontstaat een vergroot risico op blessures. Aan het eind van de twintig minuten is de gemiddelde spierspanning gedaald tot ongeveer 2/3e van de eerste reactie. Direct na het stopzetten van de belasting volgt een periode waarin de spieren ongecontroleerd samentrekken (spasme), min of meer gelijkmatig herstellen en aan het eind opnieuw hyperactief worden als gevolg van pijn en spierschade. De pijnreceptoren nemen de rol van de mechanoreceptoren dan gedeeltelijk over, maar dan is wel sprake van een ongunstiger stand van de wervelkolom en kruip in de ligamenten. Bij een hogere belasting duurt het instellen op de belasting iets langer, is de verplaatsing groter, volgt een relatief groter herstel, maar duurt het ook langer om optimaal herstel te verkrijgen. De piek in reacties is bij de lichtste belasting (28%) na zo'n vijf uren en deze pijn en stijfheid met een hogere spierspanning duurt langer dan zeven uren bij de hogere intensiteiten. Dit effect staat bekend als het 'morning-after'-gevoel. De werkdag of training zat er in de (voor)avond op, de volgende ochtend opstaan wordt dit nog gevoeld en is sprake van een verhoogd risico doordat reflexmatige spierspanning onderdrukt wordt en vervormingen nog aanwezig kunnen zijn



**Afbeelding 4** Passieve structuren van de rug

Uit de herstelcurve van de ligamenten en wervelposities is te voorspellen dat volledig herstel van 120 herhalingen op 28%

belastingsniveau zo'n negen uren zal duren en bij 57% en 86% resp. 13,5 en 21 uur. Opvallend in het onderzoek is dat het herstel van de banden relatief groter is dan het relatieve herstel van de positie van de wervels. In de aanbevelingen wordt in de voorbeelden duidelijk gemaakt welke praktische consequenties deze gevolgen hebben voor herhaald tillen.

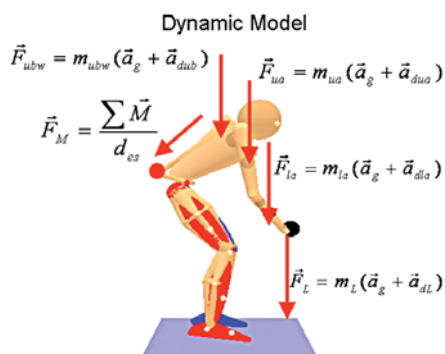
Kumar & Narayan<sup>10</sup> doen veel onderzoek bij mensen naar de effecten van rugposities op spierfuncties. In een onderzoek uit 2004 werden negentien jongeren vastgezet in verschillende gebogen en gedraaide rugposities en gevraagd om een paar seconden lang maximaal kracht te geven. Met behulp van oppervlakte-elektroden werd de spierspanning gemeten van externe en interne obliques, rectus abdominus, latissimus dorsi en erector spinae op borstbeenhoogte en het niveau van de onderrug. Bij toename van de rompbuiging (nul tot zestig graden) en rotatie (idem) nam de spieractiviteit toe. Hieruit valt af te leiden dat de stabiliteit van de wervelkolom in extremere houdingen al snel 30% meer inspanning kost. Een toename in de asymmetrie verzwakt met andere woorden de rug. Dit is ook zichtbaar in een onderzoek waarbij gekeken werd hoe sterk de rug is in zit. In de zithouding werd een horizontale kracht aangebracht, waarbij deze vanaf achteren, zij tot voor aangebracht werd. De weerstand vanaf de zijkant is ongeveer gehalveerd ten opzichte van een kracht recht van voren of achteren<sup>9</sup>. Tot een hoek van dertig graden is het opvangen van krachten stabiel, daarna valt dit min of meer lineair terug tot de helft. Hetzelfde beeld ontstaat bij een zijwaartse afbuiging, tot vijf graden is dit stabiel. Boven de twintig graden afbuiging is er kenmerkend functieverlies of compensatie nodig van spieractiviteit. Uit dit onderzoek bleek ook dat de erector spinae het meest effectief kracht levert bij een rompbuiging (vanuit de heup met neutrale rug voorover) van ongeveer vijftig graden. Dit komt overeen met referentiewaarden voor de romphouding bij het olympisch gewichtheffen.

Panjabi<sup>8</sup> laat zien dat de wervelkolom een minimale weerstand tegen bewegen heeft in een neutrale zone. In de neutrale stand staan de facetgewrichten bij de dwarsuiteeksel niet op druk en heeft ook de

tussenwervelschijf een normale vorm. De wervelkolom verstijft echter bij drukbelasting. Deze werking wordt vergeleken met een bal in een kom. Bewegingen van de bal (ROM) in de basis van de kom is makkelijk (de neutrale zone). Als de kom verdiept wordt de beweging beperkt – een vlakke kom (wervelkolom) vergroot de bewegingsmogelijkheden, maar is dan ook instabieler en zal door ankers (spieren) versterkt kunnen worden. ROM, drukbelasting en verandering van neutrale zones is afhankelijk van de controle over de houdingen en bewegingen van de (lage) rug en de stabiliteit van de wervels (centrale systeem). Bij gezonde mensen functioneren de systemen automatisch en kunnen allerlei soorten bewegingen en krachten worden opgevangen.

## Rugmodellen<sup>14,15,16</sup>

Op diverse manieren is wetenschappelijk onderzoek gedaan naar het effect van rugbelastingen. In sommige modellen van de rug is het mogelijk het effect te onderzoeken van het tillen van lasten in verschillende gewrichten zoals de schouder, rug en knie. De gewrichtshoeken kunnen worden ingevoerd, de plek waar de last ligt en eventueel of er met één hand wordt getild. Door de voorspelling uit het model is het goed mogelijk om het effect van bewegingen te beoordelen zonder dat iemand direct in een risicovolle situatie gebracht hoeft te worden (zie afbeelding 5).



**Afbeelding 5 Een dynamisch rugmodel**

Eén van de constatering is dat bij een eigen gekozen snel tempo tillen de piekbelasting in de onderrug onder de knie 25% hoger ligt bij een squat stijl (traditionele deadlift) ten opzichte van het vasthouden in de posities (statisch model). Bij een stoop stijl (straight legged deadlift) is dit meer dan 35% (zie afbeeldingen 6,7,8). In dit dynamische model is goed te zien dat een piekbelasting is waar te nemen in de eerste fase van het uittillen (versnellen) en laatste fase van het neerzetten (afremmen). Uit alle modellen worden analoog aan gegevens uit directe metingen hogere rugbelastingen uitgerekend op basis van een toename van de last, extremere houding met grotere hefboomen, asymmetrie en snelheid van tillen.

Voor trainers is voor het inschatten van de rugbelasting bij oefeningen in de praktijk het rekenblad van het Amerikaanse Department of Labor & Industry<sup>17</sup> goed bruikbaar. In dit rekenblad worden factoren gegeven waarmee het effect van de houding van tillen, de twist en tempo worden

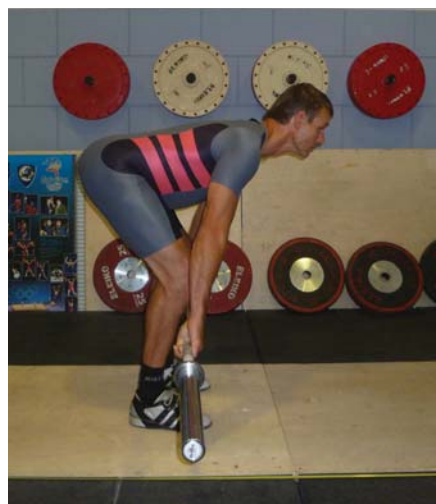
ingeschat. Bijvoorbeeld is het tillen van een last met gestrekte armen voor je uit slechts met dertig - veertig% van het maximum mogelijk. In tabel 1 op pagina 14 valt af te leiden dat bij een hoog tempo (meer dan tien herhalingen per minuut) één uur tillen nog maar met dertig % (0.3 x maximum) vol te houden is. Meer dan 45 graden draaien van de romp geeft een vermindering tot 85% van de last. Deze eenvoudige methode stelt de trainer in staat om in te schatten welk effect verwacht kan worden op basis van de oefenstof en geplande herhalingen.

## Conclusies en aanbevelingen

Niet elke rug is gebouwd voor het dragen van extreme lasten. Simpel gezegd, je kunt niet tot in het oneindige spiermassa en -kracht opbouwen en verwachten dat de drukbelasting op een smal frame net zo goed verdragen kan worden als bij iemand met een groter frame. De superzwaargebouwde powerlifter heeft letterlijk wervellichamen die anderhalf keer zo groot zijn als van een gemiddeld persoon. De maximale drukbelasting in de lage rug van ongeveer 1800 kg die incidenteel en kort verdragen wordt door zo'n kampioen, vereist niet alleen een extreme voorbereiding, maar ook een extreem gestel. De gemiddelde gebouwde en gezonde mens kan dagelijks incidenteel 600 kg verdragen. Dit komt ongeveer neer op een 'front raise' met 15-20 kg of een 'deadlift' met 80-100 kg. In alle gevallen waarbij de rug belast wordt, is de grootste valkuil echter dat de spor-



**Afbeelding 6 In squat-stijl (verdeeld over knieën en rug) tillen**



**Figuur 7 In stoop-stijl (meer rugbelastend) tillen**



**Figuur 8 De hefboom maakt het extra zwaar!**

## Calculator for analyzing lifting operations

Company

Job

Evaluator

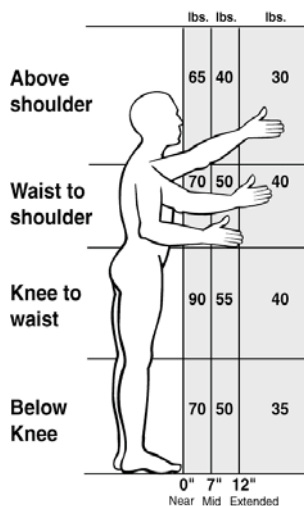
Date

1 Enter the weight of the object lifted.

Weight Lifted

lbs.

2 Circle the number on a rectangle below that corresponds to the position of the person's hands when they begin to lift or lower the objects.



3 Circle the number that corresponds to the times the person lifts per minute and the total number of hours per day spent lifting.

Note: For lifting done less than once every five minutes, use 1.0

How many lifts per minute?	How many hours per day?		
	1 hr or less	1 hr to 2 hrs	2 hrs or more
1 lift every 2-5 min	1.0	0.95	0.85
1 lift every min	0.95	0.9	0.75
2-3 lifts every min	0.9	0.85	0.65
4-5 lifts every min	0.85	0.7	0.45
6-7 lifts every min	0.75	0.5	0.25
8-9 lifts every min	0.6	0.35	0.15
10+ lifts every min	0.3	0.2	0.0

4 Circle 0.85 if the person twists more than 45 degrees while lifting. **0.85**

Otherwise circle 1.0

5 Copy below the numbers you have circled in steps 2, 3, and 4.

lbs.	X		X		=	Lifting Limit
Step 2		Step 3		Step 4		lbs.

6 Is the Weight Lifted (1) less than the Lifting Limit (5) **Yes - OK**  
**No - HAZARD**

Note: If the job involves lifts of objects with a number of different weights and/or from a number of different locations, use Steps 1 through 5 above to:

- Analyze the 2 worst case lifts—the heaviest object lifted and the lift done in the most awkward posture.
- Analyze the most commonly performed lift. In Step 3, use the frequency and duration for all the lifting done in a typical workday.

slechts met belastingen onder de 10 tot 20% van de maximale deadlift leniger en mobieler gemaakt kan worden. Extra attent kun je als trainer zijn bij atleten die door hun grote kracht de bewegingen in de romp vanuit de eigen kracht doorvoeren in extremere posities of klanten die door overgewicht bijvoorbeeld extra ver in een romprotatie kunnen rollen of draaien. Het advies is om actieve en passieve oefeningen voor de lenigheid net zo zorgvuldig op te bouwen als de weerstandsoefeningen. De tijdsduur van de extreme posities en snelheid waarin deze bereikt worden kan gedoseerd worden.

## Praktijkvoorbeelden

Uitgaande van een maximale symmetrische neutrale haalbare belasting (1HM Deadlift) kan ook geadviseerd worden dat op 2/3e van de maximale rugbewegingen ongeveer tot 50% van het maximum onder controle bewogen kan worden. Als een atleet 140 kg aankan bij een deadlift is een seated row met rompbuiging bijvoorbeeld op zo'n 70 kg al een maximale belasting voor de rug. De armen en bovenrugspieren kunnen dan meer belasting aan, maar de flessenhals van deze specifieke oefening zit in de rompac-tie. Hieruit volgt logischerwijs het advies om in neutrale romppositie (sub)maximale seated rows uit te voeren vanuit een schouderblad- en armbeweging. Of bijvoorbeeld om vanuit een neutrale romp door een leg press actie de startpositie in te laten nemen. Uiteraard gelden deze regels ook voor een stiff legged deadlift of bent-over row en dergelijke.

Versnellingen en plotseling vertragen, verdubbelen al snel de fysieke belasting. Alleen door een aangeleerde acceleratie of demping kan dit opgevangen worden zonder directe risico's. De consequentie hiervan is tweeledig, aan de ene kant zal zelfs een sterke en ervaren atleet bij elke beweging van de wervelkolom verder uit neutrale positie zwakker zijn. Oftewel zodra je voelt dat je uit je stabiele rugpositie gebracht wordt bij de gekozen belasting en herhalingen is het verstandiger om te stoppen dan door te gaan. Het is niet de spiervermoeidheid die je daarbij helpt, maar eerder de informatie over houding en posities in de gewrichten, peesorganen en

Tabel 1. Rekenblad inschatten rugbelasting

ter zich niet bewust is van het risico dat gelopen wordt. Zonder vermoeidheid in de spieren die belast worden, is er al sprake van onderdrukking van de aanspanning van de centrale stabiliserende rugspieren en een vervorming van de wervelkolom naar instabieler posities. Alleen door een bewuste, aangeleerde houding kan de rug stabiel gehouden worden. Verwacht kan worden dat de onderdrukking van de reflexen bij zwaardere lasten (boven de 80%) al na vijf minuten optreedt en bij lichtere belastingvormen (rond de 30%) na acht minuten. Verdubbel je de tijdsduur van het belasten, dan is de reflexmatige rugspierspanning pas na acht tot veertien uur hersteld en de neutrale positie in de wervelkolom pas na twaalf tot vierentwintig uur. Gedurende deze tijd is de rug door de combinatie van vermoeidheid, ontbreken van reflexen en vervorming extra kwetsbaar. De trainer/coach kan elke atleet hierop attent maken en de gekozen fysieke programma's hierop aanpassen.

Het advies is zodra de romp met weerstand symmetrische en gecontroleerde belastingen boven de 20% van het maximum ondergaat een bewuste en constante centrale spierspanning te verzorgen in combinatie met het bewust opzoeken van de neutrale vorm van de wervelkolom. Ongeacht hoe fris en sterk iemand zich voelt. Het is voor elke atleet aan te raden dit te leren door specifieke oefeningen in fasen die hierop gericht zijn te doen. Dit, totdat het voorspannen een automatisme is geworden<sup>4</sup>. Aangezien een groot deel van de mensen verminderd belastbaar is, is het logisch dat dit voor deze doelgroep doorgetrokken kan worden naar alle dagelijkse handelingen waarin je het eigen gewicht optilt. Zelfs traplopen of uit een stoel opstaan kan dan niet zonder de juiste rompspanning.

Omgekeerd kan gesteld worden dat op basis van de extremere posities de rug

spierspoelen die je daar interne signalen over afgeven (proprioceptie). Omdat je eigen controle wegvalt, helpt een riem of elastisch pak wel enigszins, maar de interne belasting is er. Er blijft dus vanuit het rekenvoorbeeld met een deadlift van 140 kg, maar 35 kg over om in snelle acties plotseling te versnellen of te vertragen. Het gooi- en smijtwerk met bar-, club-, dumb- en kettlebell is leuk, maar vereist naast de continue rompspanning nog een extra leerfase waarin geleerd wordt om de bewegingen verantwoord te starten, op te vangen en af te remmen. In tabel 2 is een voorbeeld gegeven van een mogelijke methodiek die gevolgd kan worden.

### Fasering methodiek actief tillen

- I. proprioceptieve training in lig, (knie)brug, zit en staande posities om de neutrale, constante romphouding aan te leren in combinatie met normale en verdiepte ademhaling
- II. onbelaste, rustige bewegingspatronen vanuit armen en benen met constante rompspanning in lig, (knie)brug, zit en stand en het verkrijgen van normale mobiliteit in de romp
- III. overgang naar partieel tillen met lichte en gemiddelde weerstanden en/of snelheden
- IV. volledig symmetrisch tillen met (sub)maximale weerstanden en/of snelheden en/of licht en rustig asymmetrisch tillen
- V. hoog intensief en/of explosief symmetrisch tillen gecombineerd met impact/impulsacties en/of licht en snel asymmetrische tillen

**Tabel 2.**  
**Mogelijke methodiek actief tillen**

Aan de andere kant kun je verwachten dat bij een verzwakte romp en grotere overbodige eigen massa, je zelfs bij het optillen van een potlood van de grond door de combinatie van rompbuiging, -rotatie en eigen zwakte en massa al risico voor acuut letsel ontstaat – sterker worden en massa kwijtraken of ombouwen is het devies. Het potlood is overigens niet overdreven, in de praktijk botst de auteur regelmatig tegen jongeren op waarbij de testkaart veertig kilo aangeeft voor een partiële 1HM deadlift (vanaf kniehoogte tot strekstand, schatting uit een submaximale test). Eén verkeerde start of finish bij een seated row met twintig kilo kan in zo'n geval al leiden tot verlies van functies of post-trauma. Het asymmetrisch optillen van een kind, boodschappentas of gewicht van bijvoorbeeld acht kilo leidt ook tot min of meer dezelfde risico's. Hier ontstaat al snel een neergaande spiraal van zwakte en pijn. In alle gevallen is het aan te raden om rustig te starten en extra op te letten bij het terugbrengen van de last.

Het spreekt voor zich dat bij evidente (rug) pijnsignalen verwezen moet worden naar een arts of fysiotherapeut, maar het doorbreken van deze vicieuze cirkel, lukt alleen door verantwoord belasten. Gelukkig kan een beginner al in een maand 50-100% sterker worden bij lichte en gemiddelde intensiteiten en volumes. Reken op nog minstens een maand voor automatiseren van de rompspanning bij alle rugbelastende activiteiten en tel daar nog een paar maanden bij op, voordat het echte gooi- en smijtwerk voor atleten in een schema opgenomen kan worden waarin onder vermoeidheid of hogere intensiteiten techniek gehandhaafd kan worden. Niet alleen is het verstandig om alle atleten te wijzen op de reacties na trainingen, maar ook is het door gestapelde vermoeidheid aan te raden bij gevorderden structureel één tot twee dagen per week zonder rugbelastende activiteiten in te plannen.

### Literatuur

- 1 G.J. van Ingen Schenau et al. Biomechanica. Klassieke mechanica toegepast op het bewegen van de mens Amsterdam: Faculteit Bewegingswetenschappen VU 2000
- 2 www.arbobondgenoten.nl
- 3 www.ergonomiesite.be
- 4 www.backtrainer.com
- 5 www.sportquest.nl – downloads – gratis – Theorie Menselijk Bewegen 3 van 3
- 6 I.A. Kapandji Bewegingsleer – deel III de romp Bohn, Scheltema & Holkema, 1986
- 7 M.M. Panjabi The stabilizing system of the spine. Part I: Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. J Spinal Disorders 1992 (5) p 383-389
- 8 M.M. Panjabi Clinical spinal instability and low back pain Journal of Electromyography and Kinesiology 2003 (13) p 371-379
- 9 N.C. Lakiesha et al. Neuromuscular dysfunction elicited by cyclic lumbar flexion Muscle Nerve, 2003 (27) – 348-358
- 10 S. Kumar & Y. Narayan Torque and EMG in rotation extension of the torso from pre-rotated and flexed postures Elsevier, Clinical Biomechanics, 2006 (21) p 920-931
- 11 M.J. Comerford & S.L. Mottram Functional stability retraining: Principles and strategies for managing mechanical dysfunction. Kinetic control - Manual Therapy 2001, 6(1), p.3-14
- 12 S. Brumagne et al. The Role of Paraspinous Muscle Spindles in Lumbo-sacral Position Sense in Individuals With and Without Low Back Pain. Spine, 2000 (25)8, p 989-994
- 13 J.A. Hides et al. Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain. Spine, 2001 (26) 11
- 14 A.J. Wilkenfeld et al. Feasibility of functional electrical stimulation for control of seated posture after spinal cord injury: A simulation study Journal Rehabilitation Research & Development, 2006 (43)2, p 139-152
- 15 www.engin.umich.edu/dept/ieo/3DSSPP
- 16 A.S. Merryweather et al. A Calculation of Dynamic Back Compressive Force: A Pilot Study of Identity Load Displacement Velocity Constants Journal of Safety, Health and Environmental Research 2008 (5)3
- 17 www.lni.wa.gov/wisha/ergo/evaltools/ergocalc.pdf

**Tom Bruijnen MSc, CSCS** is bewegingswetenschapper, gespecialiseerd in krachtsport. Hij ontwikkelt onder andere opleidingen op het gebied van krachtsport en fitness. Daarnaast is hij al meer dan 10 jaar werkzaam als docent op dit terrein. Hij is tevens begeleider van krachtsporters en traint zelf nog twee tot drie keer per week. Als wedstrijdsporter is hij meervoudig medaillewinnaar in de hoofdklasse powerlifting geweest en actief als master bij het Olympisch gewichtheffen met als beste prestaties een 4e plaats bij de EK Masters 2000 en een 6e plaats bij de WK Masters 1998 en 2000.