



De rol van fysieke training en voeding binnen de oncologische revalidatie

Door: M. Beelen, A. van Dooren, R. van Lieshout, A. Vreugdenhil, L. van Loon, en G. Schep

Samenvatting

Door zowel de vergrijzing als de steeds effectievere behandelingsmogelijkheden van kanker zal het aantal Nederlanders dat kanker heeft overleefd in 2020 gestegen zijn naar 666.000. De ziekte en behandeling van kanker gaat echter vaak gepaard met lichamelijke en psychosociale bijwerkingen, die zelfs na curatieve behandeling nog langdurig aanwezig kunnen blijven. In 2011 is op basis van beschikbaar wetenschappelijk onderzoek de Nederlandse richtlijn Oncologische Revalidatie opgesteld, waarin het belang van een multidisciplinair revalidatieprogramma wordt beschreven. Een belangrijk onderdeel van de revalidatie is fysieke training. Training leidt o.a. tot een toename van spierkracht en uithoudingsvermogen, een afname van chronische vermoeidheidsklachten, een betere kwaliteit van leven en mogelijk ook een snellere en betere hervatting van werk of sociale activiteiten.

Hoewel er voor de praktijk in de richtlijn al duidelijke adviezen gegeven worden voor de opzet van oncologische revalidatie, blijkt de meest effectieve trainingsvorm, -intensiteit, -frequentie en -duur toch nog onvoldoende bekend. Daarnaast is de rol van voeding ter ondersteuning van trainingsadaptaties bij patiënten met kanker nog volledig onderbelicht. Verder onderzoek is nodig om de bestaande revalidatieprogramma's en richtlijnen verder te optimaliseren en te implementeren in de Nederlandse gezondheidszorg.

Summary

Due to the general aging of the population and a substantial progress in the treatment of cancer, the amount of cancer survivors in the Netherlands is expected to increase to 666.000 patients in 2020. Cancer and its treatment is often associated with long-term physical and psychosocial side effects. In 2011 the Dutch Guidelines of Cancer Rehabilitation were developed, in which a multidisciplinary treatment of cancer patients is described. An important part of the rehabilitation program is physical exercise. Exercise leads to increased muscle strength and endurance, a decrease in cancer-related fatigue, a better quality of life and potentially an increased return to work or social activities. However, little is known about the most effective type, intensity, frequency and length of training. In addition, studies on nutritional interventions to promote training adaptation in cancer patients are entirely lacking. Future research is needed to optimise the current cancer rehabilitation programmes, and to implement these in the Dutch health care system.

Trefwoorden: kanker cachexie, kanker-gerelateerde vermoeidheid, krachttraining, eiwit

Keywords: cancer cachexia, cancer-related fatigue, resistance exercise, protein

Inleiding

De signaleringscommissie kanker van KWF Kankerbestrijding heeft in 2011 een nieuw rapport uitgebracht waarin zij de huidige incidentie-, prevalentie- en sterftecijfers van kanker in Nederland presenteert, evenals een prognose van deze cijfers voor 2020.¹ Uit dit rapport wordt duidelijk dat de incidentie van kanker de komende jaren sterk zal stijgen. In 2007 werd bij 86.800 mensen de diagnose kanker gesteld, en verwacht wordt dat dit aantal zal toenemen naar 123.000 nieuwe diagnoses in 2020.¹ Deze sterke stijging is het gevolg van de toename van het aantal 65-plussers samen met de continue stijging van de levensverwachting. Gelukkig is door de invoering van landelijke screeningprogramma's en de ontwikkeling van steeds effectievere behandelingsmogelijkheden het risico om aan kanker te overlijden de laatste decennia aanzienlijk gedaald. Voor mannen met kanker is de 5-jaars overleving met 13% toegenomen, van 41% in 1989 naar 54% in 2007. Voor vrouwen is de overleving met 6% toegenomen, van respectievelijk 57% naar 63%.¹ De toename van het

aantal patiënten met kanker samen met een stijging van de overlevingskansen heeft tot gevolg dat er in 2020 ongeveer 666.000 Nederlanders zullen zijn die enige vorm van kanker hebben overleefd, dit is ~4% van de totale bevolking.¹ Omdat de ziekte en de behandeling van kanker gepaard gaat met zowel lichamelijke als psychische bijwerkingen die zelfs na curatieve behandeling vaak nog langdurig aanwezig blijven^{2,4}, zal de toename van het aantal overlevers van kanker de komende jaren een steeds grotere impact op de gezondheidszorg hebben.

De meest voorkomende lichamelijke klachten na behandeling van kanker zijn een verminderde spierkracht en uithoudingsvermogen, gewichtstoename en vermoeidheid.^{3,5} Op psychosociaal gebied spelen depressie, angst, een verminderd gevoel van eigenwaarde en een verminderde capaciteit tot deelname aan het arbeidsproces of vrijetijdsbesteding een grote rol.^{3,5} Vermoeidheid is de meest gerapporteerde klacht door patiënten met kanker en wordt door hen als de voornaamste oorzaak van een verminderde kwaliteit van leven gezien.^{2,6-8} Kankergerelateerde vermoeidheid is vaak blijvend en verdwijnt niet door het verwijderen van de tumor of het beëindigen van de behandeling.²

In 1999 adviseerden 75% van de zorgverleners in Nederland rust bij kankergerelateerde vermoeidheid.⁹ De laatste jaren is er echter toenemend inzicht dat juist lichamelijke inspanning een belangrijke plaats heeft in de preventie en afname van chronische vermoeidheid en overige langdurige bijwerkingen van kanker.^{4,10,11} Dit heeft geleid tot de ontwikkeling van specifieke oncologische revalidatieprogramma's waarin veelal een combinatie van kracht- en duurtraining wordt aangeboden. In de recent verschenen Nederlandse richtlijn Oncologische Revalidatie wordt onderkend dat bij het ontstaan van chronische vermoeidheidsklachten bij deze patiëntenpopulatie meerdere factoren betrokken kunnen zijn. De richtlijn adviseert daarom om naast een fysiek trainingsprogramma ook aandacht te besteden aan psychosociale problemen, voedingsstatus en werkhervatting. Dit alles ingebed in een multidisciplinaire behandeling, voorafgegaan door een uitgebreide intake door een van de specialisten uit het revalidatieteam, en op indicatie gecombineerd met aanvullende inspanningsdiagnostiek.⁵

In deze review zullen we aan de hand van de Nederlandse richtlijn Oncologische Revalidatie de huidige kennis en adviezen voor het samenstellen van een individueel oncologisch revalidatieprogramma bespreken. Daarna worden de hiaten in de huidige kennis over oncologische revalidatie besproken met adviezen voor vervolgonderzoek. Tenslotte

besteden we aandacht aan de rol van lichaamssamenstelling en voeding in het verloop van de revalidatieperiode.

Nederlandse Richtlijn Oncologische Revalidatie

De Nederlandse Richtlijn Oncologische Revalidatie beschrijft het effect van fysieke training bij patiënten met kanker.⁵ De bevindingen en bijbehorende adviezen zijn te verdelen in drie categorieën, namelijk revalidatie tijdens curatieve behandeling, revalidatie na curatieve behandeling en revalidatie in de palliatieve fase. Bij de totstandkoming van deze richtlijn zijn de processen uit de Nederlandse richtlijn Hartrevalidatie¹² als voorbeeld genomen en specifiek vertaald naar de oncologie. Hoewel de richtlijn in het kader van de multidisciplinaire aanpak van oncologische revalidatie ook de psychosociale behandeling bespreekt, is ervoor gekozen om in deze review de focus te leggen op de fysieke training. Voordat wordt ingegaan op de specifieke aspecten van revalidatie in de drie ziektefasen, zijn een aantal algemene opmerkingen over fysieke training bij deze patiëntenpopulatie op zijn plaats.

De richtlijn benadrukt dat te allen tijde het geven van 'zorg op maat' in acht moet worden genomen. Dit betekent dat de training moet aansluiten bij de wensen en mogelijkheden van de individuele patiënt, waarbij ook de complexiteit van eventuele comorbiditeiten en behandelprogramma's moet worden meegenomen. Het idee hierachter is dat de therapietrouw en motivatie om te trainen groter is als de patiënt enige regie van de training in eigen hand heeft en in staat is om de training zelfstandig uit te voeren. Dit houdt in dat de behandelaars uit het revalidatieteam kennis moeten hebben over de bijwerkingen van de oncologische ziekte en haar behandeling, zoals lichamelijke en psychische vermoeidheid, veranderingen in lichaamssamenstelling en voedingstoestand, cardiale of pulmonale problematiek, en gevoelens van angst en/of depressie. Om bovenstaande te bewerkstelligen is het belangrijk dat er voorafgaande aan de revalidatie een uitgebreide intake bij de patiënt wordt afgenomen door één van de specialisten uit het behandelteam. Het door de werkgroep geadviseerde proces van signalering en verwijzing staat weergegeven in de beslisboom Oncologische Revalidatie. In de volgende paragraaf wordt de inhoud van de intake verder toegelicht.

Intake

De richtlijn adviseert om voorafgaande aan de oncologische revalidatie een gestructureerde intake uit te voeren door of onder supervisie van een medisch specialist met exper-



tise op het gebied van oncologische revalidatie. Tijdens deze intake moeten minimaal de volgende vragen beantwoord worden:

- Is er een verstoring van het inspanningsvermogen in relatie tot het gewenste functioneren?
- Is er een indicatie voor de behandeling van vermoeidheid na afloop van de in opzet curatieve behandeling?
- Is er sprake van emotionele problemen en heeft de patiënt behoefte aan ondersteuning door een medisch psycholoog?
- Is er een verstoring of bedreiging van het sociaal functioneren in het arbeidsproces, de huishoudelijke taken, sociale relaties, de rol binnen het gezin en de vrijetijdsbesteding, afgezet tegen de situatie voorafgaande aan de ziekte?

Ter ondersteuning van de beantwoording van bovenstaande vragen, of op medische indicatie, kunnen aanvullende inspanningstesten zoals een maximale inspanningstest met ECG en ademgasanalyse (spiro-ergometrie), de 6-minuten looptest, de shuttle-wandeltest, de steepramp test of een maximale krachttest (1-Repetitie Maximum meting; 1RM) worden uitgevoerd.⁵ Ook het in kaart brengen van de lichaamssamenstelling (BMI, buikomvang, huidplooiemeting) en het afnemen van één of meerdere gestandaardiseerde vragenlijsten (Lastmeter, EORTC-QLQ-C30, MVI, PSK, CES-D, STAI) kan bijdragen aan de totstandkoming van een individueel revalidatieprogramma.⁵ Voor een uitgebreide beschrijving van deze aanvullende testen en de indicaties voor afname wordt verwezen naar de richtlijn Oncologische Revalidatie en de bijbehorende beslisboom.⁵ Het is hierbij duidelijk dat de infrastructuur en kennis in Nederland nog wisselend is en dat men in sommige centra meer moeite zal hebben met het implementeren van bijvoorbeeld complexe onderzoeken als inspanningsdiagnostiek met ademgasanalyse ter analyse van aard en omvang van de inspanningsbeperking. Indien nodig zal er in die situaties verwezen moeten worden naar een centrum waar deze expertise aanwezig is. De indicaties voor afname van een maximale inspanningstest met ECG en ademgasanalyse zijn:

- Hoogintensieve training bij patiënten met een middelmatig risico op een cardiovasculair event.
- Overmatige vermoeidheid/zwakte, gerelateerd aan normwaarden of situatie voorafgaande aan ziekte/behandeling, zonder duidelijke verklaring.
- Inspanningsbeperking met kortademigheid of pijn op de borst.
- (verdenking op) hart- of longcomplicaties ten gevolge van de ziekte of de behandeling.

Uiteindelijk moet in overleg met zowel de patiënt als de overige zorgverleners de doelen van de revalidatie worden geformuleerd en een interventieprogramma op maat worden samengesteld. Na afloop van het revalidatieprogramma moet het behaalde resultaat samen met de patiënt geëvalueerd worden en zal er tevens advies/coaching voor vervolg gegeven moeten worden met zo nodig ook aanvullende behandeling.⁵

Aangezien de problematiek die bij deze patiënten speelt multifactorieel van aard is, zal in de meeste gevallen een multidisciplinaire behandeling zijn aangewezen. Het team van specialisten dat bij de oncologische revalidatie is betrokken, zal in de meeste centra bestaan uit de behandelend oncoloog en/of oncologisch verpleegkundig specialist, een sportarts en/of revalidatiearts, een fysiotherapeut, een medisch psycholoog, een diëtiste en eventueel een bedrijfsarts of een maatschappelijk werker. Het is belangrijk dat de coördinatie van het revalidatieprogramma in handen is van één van deze specialisten, idealiter degene die de intake afneemt. De laatste jaren wordt deze rol in toenemende mate ingenomen door de sportarts, die specifiek opgeleid is om de balans tussen belasting en belastbaarheid bij verschillende patiëntengroepen te bewaken en gericht te vertalen in trainingsadvies. Na afname van de intake wordt in samenspraak met de overige leden uit het behandelteam een revalidatieprogramma opgesteld, waarin naast fysieke training zo nodig ook aandacht moet zijn voor psychologische hulp, voedingstoestand, werkherhvatting en deelname aan gezinsleven en sociale contacten. In deze review zullen we ons beperken tot de rol van fysieke training en voedingsinterventies in de revalidatie. Voor overige behandelingen verwijzen we u naar de richtlijn.⁵

Revalidatie tijdens curatieve behandeling

De doelstellingen van het volgen van een trainingsprogramma tijdens de curatieve fase van de behandeling zijn gericht op het handhaven van de conditie en het activiteitsniveau, het voorkomen of verminderen van vermoeidheidsklachten en het behoud van een gezonde lichaamssamenstelling. Er is echter nog maar weinig onderzoek verricht naar de effecten van fysieke training tijdens curatieve behandeling; terwijl in de oncologie veel verschillende ziektebeelden en verschillende behandelingen zijn, waardoor het onduidelijk is of bovenstaande doelstellingen altijd haalbaar zijn.

Regelmatige lichamelijke inspanning tijdens de behandeling van kanker lijkt een positief effect te hebben op kankergerelateerde vermoeidheid^{13,14} en op de door patiënten

gerapporteerde kwaliteit van leven.^{14,15} De richtlijn concludeert uit deze artikelen dat er geen algemene medische redenen zijn om terughoudend te zijn met fysieke inspanning tijdens de behandeling voor kanker. Het is echter nog onduidelijk welk type training, welke trainingsintensiteit en welke trainingsfrequentie het meest geschikt is om bovenstaande doelen te bereiken. Als gevolg daarvan zijn er nu nog geen concrete aanbevelingen te doen over de invulling van een trainingsprogramma voor individuele patiënten tijdens curatieve behandeling.

Revalidatie na curatieve behandeling

Fysieke training na behandeling van kanker is gericht op het verbeteren van de fysieke conditie en het activiteiten-niveau, het optimaliseren van de lichaamssamenstelling, het verminderen van vermoeidheidsklachten en het stimuleren van een geleidelijke opbouw naar werkhervatting en sociale activiteiten. De richtlijn trekt hierbij een parallel naar de doelen zoals opgesteld in de Nederlandse Richtlijn Hartrevalidatie¹² en baseert zich daarnaast op beschikbare wetenschappelijke literatuur en de ervaring en expertise van de richtlijnwerkgroep. In tegenstelling tot het gebrek aan onderzoek naar training tijdens de behandeling van kanker is er meer literatuur voorhanden over de effecten van trainen na curatieve behandeling.

Uit verschillende studies blijkt dat een combinatie van aërobe(interval)training en krachttraining leidt tot een toename van zowel uithoudingsvermogen als spierkracht.¹⁶⁻¹⁹ Beide typen training geven daarnaast een verbetering van kankergerelateerde vermoeidheid en rolfunctioneren.^{18,20} Het is echter nog niet bekend welke intensiteit, duur en frequentie van training tot de grootste verbeteringen in spierkracht en uithoudingsvermogen leidt. De richtlijn adviseert om ten minste matig intensieve aërobe en anaërobe training aan te bieden, en daarnaast rekening te houden met de specifieke kenmerken en wensen van de patiënt. Er zijn echter aanwijzingen dat patiënten mogelijk meer baat hebben bij een intensievere trainingsintensiteit. Onderzoek van Kenfield et al.²¹ laat zien dat patiënten met prostaatkanker die regelmatig hoogintensieve inspanning verrichten gemiddeld langer leven dan patiënten die alleen laagintensieve inspanning verrichten. Daarnaast laat De Backer et al.¹⁶ zien dat 12 weken hoogintensieve kracht- en intervaltraining na behandeling van verschillende typen kanker met chemotherapie leidt tot een toename in spierkracht, maximale zuurstofopname en zuurstofopname bij de anaërobe drempel. Daarnaast rapporteren patiënten een vermindering van vermoeidheidsklachten en een verbetering in kwa-

liteit van leven. Bovendien werd het hoogintensieve trainingsprogramma goed verdragen door de patiënten, waardoor er geen reden voor terughoudendheid met deze trainingsintensiteit bestaat. Vervolgonderzoek van dezelfde auteurs²² toont aan dat de verbetering in spierkracht, cardiopulmonale functie en kwaliteit van leven een jaar na afloop van het trainingsprogramma nog op hetzelfde niveau was.

Ten tijde van de totstandkoming van de richtlijn was er geen studie beschikbaar die het effect van oncologische revalidatie op werkhervatting in kaart bracht. Na 18 maanden follow-up van curatief behandelde patiënten in Nederland bleek slechts 64% van deze patiënten volledig of gedeeltelijk het werk hervat te hebben, waarbij vooral vermoeidheid de terugkeer naar het arbeidsproces belemmerde.^{23,24} Deze getallen zijn in lijn met internationale studies.²⁵ Vervolg onderzoek in het cohort van De Backer²⁶ laat zien dat patiënten die na de behandeling van kanker een fysiek trainingsprogramma volgen een jaar na de training significant minder werkuren inleveren in vergelijking met een groep die geen fysiek revalidatietraject doorloopt (-5.0 uur per week versus -10.8 uur per week, met een return percentage van 78% en 66 % respectievelijk).

Het positieve effect van kracht- en intervaltraining op spierkracht, cardiopulmonale functie, vermoeidheidsklachten, kwaliteit van leven en werkhervatting benadrukt het belang van inbedding van deze vorm van training in de standaardzorg van patiënten met kanker.

Revalidatie in de palliatieve fase

De palliatieve fase omvat de ziektegerichte en de symptoomgerichte palliatie. In deze periode is het doel om vitaliteit te behouden door de symptomen van ziekte te voorkomen of te behandelen en de kwaliteit van leven te optimaliseren. Helaas zijn er weinig onderzoeken naar het effect van fysieke training in de palliatieve fase, en zijn de meeste studies van slechte kwaliteit.^{20,27-29}

Twee studies die wel de moeite waard zijn om te vermelden laten tegenstrijdige resultaten zien. In de studie van Brown et al.³⁰ wordt geen verschil in kankergerelateerde vermoeidheid gevonden tussen een multidisciplinaire interventie, waaronder fysieke activiteit, en een controlegroep. Een pilot fase II onderzoek van Oldervoll et al.³¹ laat wel

De richtlijn concludeert dat er geen algemene medische redenen zijn om terughoudend te zijn met fysieke inspanning tijdens de behandeling voor kanker



positieve effecten van training tijdens palliatieve behandeling zien. In deze studie wordt beschreven dat een oefenprogramma bij 34 patiënten met kanker in een palliatieve fase, een verbetering geeft van kankergerelateerde vermoeidheid, 6-minuten looptest, en de benodigde tijd om te gaan staan vanuit zithouding.

Kortom, er zijn gezien de huidige kennis geen duidelijke conclusies te trekken omtrent de haalbaarheid en effectiviteit van inspanning in de palliatieve fase van kankerpatiënten. In de praktijk zouden ervaringen met training die zijn opgedaan tijdens de behandeling gebruikt kunnen worden als leidraad voor een trainingsprogramma in de palliatieve fase, maar zal er daarbij meer dan in de curatieve fase rekening gehouden moeten worden met de individuele voorkeur van de patiënt.

Vervolgonderzoek

Vanuit de richtlijn is duidelijk dat fysieke training een belangrijk aspect is van oncologische revalidatie en dat training leidt tot een toename in spierkracht en uithoudingsvermogen, een verbetering van de kwaliteit van leven, een afname in vermoeidheid en mogelijk ook een snellere en betere werkherwinning. Een belangrijk hiaat in de richtlijn oncologische revalidatie betreft echter de details over de effectiviteit en doelmatigheid van de verschillende vormen van fysieke training. Zoals in de richtlijn ook wordt aangegeven is er nog nauwelijks onderzoek verricht naar de meest optimale trainingsvorm, trainingsintensiteit, trainingsfrequentie en trainingsduur voor deze patiëntengroep. Bovendien is het aannemelijk dat er individuele verschillen bestaan in de respons op een bepaald trainingsprogramma. Daarnaast is het belangrijk om te benadrukken dat de meeste onderzoeken met betrekking tot oncologische revalidatie zijn uitgevoerd bij vrouwelijke patiënten met borstkanker die behandeld werden met chemotherapie. Er is nog onvoldoende kennis over de effectiviteit van de huidige revalidatieprogramma's bij andere typen kanker en verschillende behandelingsmodaliteiten. Om in de toekomst zorg op maat te kunnen leveren is het belangrijk om te identificeren welke ziekte-, behandelings- en patiëntenkarakteristieken bepalend zijn voor de individuele respons op training.

De richtlijn geeft aan dat er vrijwel geen onderzoek is omtrent training tijdens behandeling. Inmiddels zijn er wel enkele onderzoeken die het effect van verschillende trainingsvormen bij oncologische revalidatie beschrijven. In een artikel uit 2007 beschrijven Courneya et al.³² de effecten van aërobe training, krachttraining of standaardbehandeling

bij patiënten met borstkanker. Aërobe training leidde tot de grootste toename in VO₂max en krachttraining tot de hoogste maximale kracht in zowel de bovenste als onderste extremiteiten. Beide trainingsgroepen hadden in vergelijking met de standaard zorg betere uitkomsten op zelfverzekerdheid, fysieke fitheid en lichaamssamenstelling. Maar opvallend was dat in de groep die krachttraining deed het percentage patiënten dat de chemotherapie vol hield het hoogst was. Ook een vergelijkbaar onderzoek van Segal et al.³³ laat zien dat krachttraining op lange termijn positieve effecten heeft op vermoeidheid en kwaliteit van leven. Krachttraining lijkt dus een belangrijk aspect te zijn van oncologische revalidatie.

Op dit moment lopen er twee grote studies waarin trainingsprogramma's met verschillende inspanningsintensiteit worden vergeleken. De Resistance and Endurance exercise After ChemoTherapy (REACT) studie van het EMGO institute for Health and Care Research te Amsterdam vergelijkt de effecten van drie maanden hoogintensieve kracht- en duurtraining met zowel laagintensieve training als geen training op cardiorespiratoire fitheid, spierkracht en vermoeidheid bij patiënten na behandeling van primaire borst-, colon- of ovariumkanker of met lymfomen.³⁴ En in de Exercise Intensity Trial (EXCITE) van de Duke University Medical Center te Durham in de Verenigde Staten, wordt het effect van matig intensieve versus matig tot hoogintensieve aërobe training op VO₂max na primaire behandeling bij borstkankerpatiënten onderzocht.³⁵ De resultaten van deze studies worden op korte termijn verwacht en zullen zeer waarschijnlijk bijdragen aan het optimaliseren van de huidige revalidatieprogramma's.

Hoewel er meer onderzoek naar de meest optimale vorm van training voor oncologische patiënten moet volgen, is het wel aannemelijk dat voor deze populatie ook de algemene trainingsprincipes gelden. Bekend is dat aërobe training onder andere leidt tot een toename van de cardiovasculaire capaciteit, een verbetering van het vet- en koolhydraatmetabolisme, en een proportionele toename van de type I spiervezels. Anaërobe training of krachttraining leidt tot een toename in anaërobe substraten, hypertrofie van met name de type IIa spiervezels, een proportionele omzetting van type IIb naar type IIa spiervezels en een toename in spiermassa en spierkracht.³⁶ De mate waarin deze veranderingen door training plaatsvinden, is afhankelijk van de basisconditie van de patiënt, de trainingsintensiteit, de trainingsfrequentie en de trainingsduur. Over het algemeen kan gezegd worden dat de aërobe capaciteit verbetert bij duurinspanning op 70%-90% van de maximale

hartfrequentie, ofwel 60-85% van VO₂max.³⁷ Dat hoogintensieve intervaltraining (>85% van VO₂max) leidt tot een toename van zowel de aërobe als de anaërobe metabole capaciteit³⁷, en krachttraining tot een toename van zowel spiermassa als spierkracht.³⁸

Naast de standaard vormen van kracht- en duurtraining zijn er de laatste jaren nieuwe trainingvormen in ontwikkeling die met name succesvol worden toegepast bij verschillende patiëntengroepen, zoals patiënten met hartfalen of diabetes mellitus. Voor vele patiënten met een chronische aandoening is het belangrijk dat fysieke training niet teveel tijd in beslag neemt, snel tot cardiovasculaire- en spieradaptaties leidt en makkelijk kan worden aangepast aan de belastbaarheid van de patiënt. Een trainingvorm die hierbij aansluit is hoogintensieve intervaltraining (HIT). Hierbij wordt na een korte warming-up een beperkt aantal hoogintensieve intervalblokken uitgevoerd, onderbroken door een pauze op relatief lage intensiteit. De totale duur van de training is ~30 minuten. Uit onderzoek blijkt dat deze training tot dezelfde cardiovasculaire verbeteringen en veranderingen in skeletspierweefsel leidt als continue laagintensieve duurtraining van 1 uur of langer.³⁹ Het is waarschijnlijk dat deze studieresultaten, gemeten in een gezonde populatie, ook gelden voor patiënten met een chronische aandoening. Het gegeven dat HIT tegenwoordig steeds meer en succesvol wordt toegepast bij de revalidatie van cardiologische patiënten⁴⁰, lijkt dit vermoeden te bevestigen. Toekomstig onderzoek moet uitwijzen of deze vorm van training ook toepasbaar is binnen de oncologische revalidatie.

De rol van voeding bij oncologische revalidatie

Er bestaan sterke verschillen in voedingstoestand tussen oncologische patiënten, mede veroorzaakt door de diversiteit aan typen, stadia en behandelingen van kanker.^{41,42} Van oudsher bestaat het beeld van de ondervoede kankerpatiënt, die slecht eet mede door klachten als misselijkheid en braken, en daarbij zichtbaar vermagerd.⁴³ De laatste jaren wordt steeds beter het probleem van onbedoelde gewichtstoename onderkend.⁴¹ Kenmerkend voor kanker is dat niet alleen bij gewichtsafname maar ook bij gewichtstoename verlies van spiermassa kan optreden.

Gewichtsverlies, ondervoeding en cachexie

Ondervoeding treedt op bij meer dan de helft van alle patiënten met kanker. Het is bij kankergerelateerde ondervoeding van belang onderscheid te maken tussen twee onderliggende mechanismen⁴²:

- Onvoldoende inname van voeding (ook wel hongeren of starvation genoemd), zoals bij obstruerende tumoren in het spijsverteringsstelsel, of bij een verhoogde behoefte - of grote verliezen aan voedingsstoffen (zoals bij diarree, braken, koorts, fistels, wondgenezing, high output stomach's).
- Inflammatie (ontstekingsprocessen) met metabole ontregeling in de koolhydraat-, eiwit-, en vetstofwisseling. Inflammatie ontstaat als reactie op aanwezigheid van een (progressieve) tumor en gaat gepaard met verhoogde waarden van pro-inflammatoire cytokinen die tevens een remmende werking op de eetlust hebben. Als gevolg hiervan treedt voortschrijdend verlies van spiermassa op. Ondervoeding waaraan dit mechanisme ten grondslag ligt, wordt ook wel het anorexie-cachexie syndroom genoemd, en kan leiden tot cachexie (een sterk verslechterde lichamelijke gesteldheid die zich kenmerkt door extreme vermagering en spieratrofie).

Ondervoeding bij kanker ontstaat meestal door een combinatie van bovengenoemde factoren en is geassocieerd met een kortere levensverwachting, een slechtere kwaliteit van leven, een lagere kans op respons op de behandeling en grotere kans op complicaties en bijwerkingen.⁴² De diëtbehandeling bij (risico op) ondervoeding richt zich voornamelijk op het verhogen van de energie- en eiwitinname, respectievelijk om de energiebalans te herstellen en spierverlies te beperken. Een individueel voedingsadvies door de diëtist heeft een positief effect op de energie- en eiwitinname, op gewichtsbehoud of gewichtsverbetering, en op kwaliteit van leven.^{41,42}

Hoewel meer onderzoek nodig is, lijkt het aannemelijk dat een goede voedingstoestand voorwaarde is om een optimaal resultaat bij oncologische revalidatie te bereiken, en dat (ernstige) ondervoeding aanpassing of soms zelfs uitsstel van oncologische revalidatie vraagt. Patiënten met (risico op) ondervoeding dienen dan ook geselecteerd te worden voor diëetinterventie bij aanvang van revalidatie.⁴¹

Gewichtstoename, overgewicht en sarcopenie

Overgewicht is een risicofactor voor verscheidene veel voorkomende vormen van kanker, zoals borstkanker, prostaatkanker en colonkanker.^{44,45} Een aanzienlijk aantal patiënten heeft overgewicht op het moment dat de diagnose kanker wordt gesteld.^{41,44} Zo is de prevalentie van overgewicht bij postmenopauzale vrouwen met borstkanker zelfs >50%.⁴⁵ Ook na diagnose kan overgewicht ontstaan of verder toenemen.^{41,45} Onderzoek bij borstkankerpatiënten die behandeld werden met tweede en derde generatie chemo-



therapie laten gewichtstoenames zien van gemiddeld 1.4-5.0 kg, maar gewichtstoenames van 10 kg of meer zijn geen uitzondering.⁴⁶

Gewichtstoename bij kanker werd tot voor kort gezien als iets positiefs; het duidt immers op een adequate energie-inname.⁴³ Er is echter steeds meer en overtuigend bewijs dat gewichtstoename bij kanker niet in alle gevallen gunstig is. Gewichtstoename en overgewicht bij borst-, prostaat- en wellicht ook bij andere vormen van kanker, treden namelijk op in de vorm van sarcopene obesitas.⁴⁵ Hierbij neemt de vetmassa toe, terwijl de spiermassa afneemt of gelijk blijft. Deze veranderingen in gewicht en lichaamssamenstelling hebben een nadelige invloed op onder meer kwaliteit van leven, lichamelijke gezondheid, en prognose.^{41,44} Zo laten resultaten van een meta-analyse zien dat borstkankerpatiënten met obesitas 33% meer kans hebben om te overlijden aan borstkanker of aan een andere oorzaak dan niet-obese borstkankerpatiënten.⁴⁵

Het precieze mechanisme dat ten grondslag ligt aan kankergerelateerde sarcopene obesitas is nog niet geheel opgehelderd. Factoren als minder lichaamsbeweging, een te hoge energie-inname, een vervroegde menopauze, een afgenomen rustmetabolisme, type en duur van chemotherapie, hormoontherapie en/of corticosteroiden lijken een rol te spelen.⁴⁵ Hiervan lijken alleen voeding en fysieke activiteit beïnvloedbare factoren te zijn. Echter, goed onderzoek naar het effect van een gecombineerde voedings- en trainingsinterventie op gewicht en lichaamssamenstelling bij patiënten met kanker ontbreekt.^{41,44} Gewichtsbeheersing lijkt met alleen training moeilijk haalbaar.¹⁹ In studies naar voedingsinterventies wordt vooral de invloed van voeding op prognose en het effect van energie-beperkte diëten op gewicht onderzocht.⁴⁷ Echter, de gevolgen van dieet op lichaamssamenstelling zijn veelal niet meegenomen. Meer onderzoek naar de effecten van zowel voedings- als trainingsinterventies op lichaamssamenstelling bij patiënten met kanker is noodzakelijk.

Op grond van de huidige inzichten kan voor kankerpatiënten met (risico op) overgewicht het volgende voedingsadvies worden aangehouden, op voorwaarde dat er sprake is van lichamelijke activiteit die spierbehoud of -opbouw stimuleert:

- Bij oncologische revalidatie dienen ongewenste gewichtstoename, overgewicht en sarcopenie vroegtijdig te worden signaleerd door middel van metingen van gewicht, lichaamssamenstelling, spierkracht en spierfunctionaliteit.^{41,43}
- Een (geringe) energiebeperking met als doel gewichts-

behoud of beperkte gewichtsreductie⁴¹. Volwaardigheid van voeding is hierbij een vereiste.

- Een eiwitverrijking van 1.0 tot 1.5 gram eiwit/ kg lichaamsgewicht per dag, afhankelijk van lichamelijke activiteit en mate van spier(kracht)verlies.^{43,48} Deze aanbeveling is gebaseerd op richtlijnen voor preventie en behandeling van sarcopenie voor ouderen.⁴³

De rol van voeding bij trainingsadaptatie

Zoals hierboven beschreven is er nog weinig bekend over de effecten van gecombineerde beweeg- en voedingsinterventies op lichaamssamenstelling, spierkracht en uithoudingsvermogen van patiënten met kanker. Dit zijn echter wel belangrijke uitkomstmaten van oncologische revalidatieprogramma's. Onderzoek bij gezonde sporters laat zien dat de mate waarop spierweefsel zich aanpast aan de training (trainingsadaptatie) een interactie is tussen inspanning en voedingsinname.⁴⁹⁻⁵²

Veranderingen in spiermassa worden veroorzaakt door een verstoring van de balans tussen eiwitafbraak en eiwitsynthese in spierweefsel. In rust, in de gevaste staat, is de eiwitafbraak groter dan de eiwitsynthese en dit resulteert in een negatieve eiwitbalans. Tijdens inspanning stijgt de eiwitsynthese in verhouding meer dan de eiwitafbraak, waardoor de eiwitbalans minder negatief wordt. Voor toename van spiermassa is echter een positieve eiwitbalans noodzakelijk en dit kan alleen worden bereikt door de inname van eiwitrijke voeding tijdens of in de eerste uren na inspanning.^{49,53} Recent onderzoek laat zien dat de inname van 20 gram eiwit direct na training leidt tot een maximale toename in eiwitsynthese in de eerste twee uur na inspanning.⁵⁴ Om de herstelperiode te verlengen is het waarschijnlijk nodig om enkele malen per dag eenzelfde hoeveelheid eiwitten in te nemen.⁴⁹ Bovendien zijn er aanwijzingen dat door de inname van specifieke eiwitten de spiereiwitsynthese ook gedurende de nacht kan plaatsvinden⁵⁵, waardoor de herstelperiode mogelijk nog verder wordt verlengd. Naast de inname van eiwitten is ook de inname van koolhydraten belangrijk voor het herstel na inspanning. Koolhydraatinname is nodig om de tijdens inspanning gebruikte glycogeenvoorraden in de spier weer aan te vullen.^{49,56,57} Daarnaast speelt koolhydraatinname mogelijk ook een rol bij het eiwitmetabolisme doordat via een toename van de insulineproductie de eiwitafbraak kan worden geremd.⁴⁹

Het is aannemelijk dat dezelfde principes gelden voor (sport)voeding rondom training bij oncologische revalidatie. Verlies van spiermassa bij oncologische patiënten

wordt gekenmerkt door een verhoogde eiwitafbraak in de spieren.⁵⁸ Daarnaast wordt aangenomen dat de systemische inflammatie die bij deze patiënten vaak aanwezig is een negatief effect heeft op skeletspier anabolisme.⁵⁸⁻⁶⁰ Het is tot nu toe onbekend wat de respons van dit cachectisch/sarcopenisch spierweefsel is op anabole prikkels zoals eiwitname of fysieke inspanning, maar het is aannemelijk dat de optimalisatie van voeding in relatie tot training bij deze patiëntenpopulatie extra relevant is.

Mogelijk zijn de kenmerken van spierverlies bij oncologische patiënten in grote lijnen vergelijkbaar met spierverlies bij veroudering, en kan de kennis over trainings- en voedingsinterventies bij deze populatie worden gebruikt voor de oncologische revalidatie. Verlies van spiermassa bij ouderen (sarcopenie) wordt met name gekenmerkt door atrofie van de type II spiervezels en een vezelspecifieke afname van de satellietcellen.⁶¹ Ook bij spierafname door ziekten als kanker, diabetes en hartfalen staat atrofie van type II spiervezels op de voorgrond.⁶² Krachttraining is een effectieve interventie om de spierkracht en spieromvang bij patiënten met sarcopenie te verbeteren en dit effect wordt volledig verklaard door een toename in grootte van de type II spiervezels.⁶¹ Eerdere studies naar de effecten van gecombineerde krachttraining en eiwitname op de spieropbouw bij ouderen lieten geen eenduidige resultaten zien. Een recente meta-analyse van al deze studies laat zien dat extra eiwitname tijdens een langere periode van krachttraining leidt tot een toename in zowel spieropbouw als spierkracht.⁶³ Er is echter nog geen onderzoek bekend naar gecombineerde trainings- en voedingsinterventies bij oncologische patiënten.

Vervolgonderzoek is nodig om de processen die leiden tot spierafbraak, de respons van cachectisch/sarcopenisch spierweefsel op training, en de rol van eiwitname tijdens en na training in kaart te brengen. Met deze informatie kunnen de bestaande revalidatieprogramma's worden geoptimaliseerd en individueel op maat worden aangeboden.

Conclusie

Oncologische revalidatie zal de komende jaren een steeds belangrijker aspect van de oncologische zorg worden. Om de revalidatie voor alle patiënten mogelijk te maken zal deze geïmplementeerd moeten worden binnen de standaard gezondheidszorg in Nederland. Doel is om de revalidatie al voorafgaande of tijdens de oncologische behandeling te starten en te continueren in zowel de curatieve als palliatieve fase. Door de grote diversiteit aan ziekten en behandelingen is het onmogelijk om alle patiënten het

zelfde programma te laten doorlopen en zal er dus zorg op maat moeten worden aangeboden. Hiervoor is zowel een goede intake als een uitgebreide aansturing van de training door een inhoudsdeskundige noodzakelijk.

In deze review hebben we aan de hand van de huidige Nederlandse Richtlijn Oncologische Revalidatie het belang van trainings- en voedingsinterventies besproken. Duidelijk is dat het volgen van een gecombineerd kracht- en duurtrainingprogramma leidt tot een afname van chronische vermoeidheidsklachten, een verbeterde kwaliteit van leven, en mogelijk ook een snellere en betere hervatting van werk en sociale activiteiten. Om in de nabije toekomst zorg op maat te kunnen leveren is er echter meer kennis nodig over de onderliggende pathofysiologische mechanismen van kanker cachexie/sarcopenie, de toepassing van verschillende trainingsmodaliteiten en de interactie tussen voeding en fysieke training.

Referenties

1. Meulepas JM, Kiemeny LALM. Kanker in Nederland tot 2020; Trends en prognoses. In: Frank van Driel KKLK, ed.: KWF Kankerbestrijding, 2011:1-276.
2. Berger AM, Gerber LH, Mayer DK. Cancer-related fatigue: implications for breast cancer survivors. *Cancer*;118:2261-9.
3. Stein KD, Syrjala KL, Andrykowski MA. Physical and psychological long-term and late effects of cancer. *Cancer* 2008;112:2577-92.
4. Courneya KS, Friedenreich CM. Physical exercise and quality of life following cancer diagnosis: a literature review. *Ann Behav Med* 1999;21:171-9.
5. Nederlandse Richtlijn Oncologische Revalidatie; Versie 1.0.: Integraal Kankercentrum Zuid, 2011:1-101.
6. Curt GA. Impact of fatigue on quality of life in oncology patients. *Semin Hematol* 2000;37:14-7.
7. Bower JE. Prevalence and causes of fatigue after cancer treatment: the next generation of research. *J Clin Oncol* 2005;23:8280-2.
8. de Jong N, Candel MJ, Schouten HC, Abu-Saad HH, Courtens AM. Prevalence and course of fatigue in breast cancer patients receiving adjuvant chemotherapy. *Ann Oncol* 2004;15:896-905.
9. Foekema H GS. Vermoeidheid bij kanker; een belangrijk probleem.: NIPO Amsterdam, 1999.
10. Galvao DA, Newton RU. Review of exercise intervention studies in cancer patients. *J Clin Oncol* 2005;23:899-909.
11. Jones LW, Courneya KS, Peddle C, Mackey JR. Oncologists' opinions towards recommending exercise to patients with cancer: a Canadian national survey. *Support Care Cancer* 2005;13:929-37.
12. Multidisciplinaire Richtlijn Hartrevalidatie.: Nederlandse Vereniging Voor Cardiologie (NVC)/ Nederlandse Hartstichting. Projectgroep PAAHR, 2011.



13. Stevinson C, Lawlor DA, Fox KR. Exercise interventions for cancer patients: systematic review of controlled trials. *Cancer Causes Control* 2004;15:1035-56.
14. Markes M, Brockow T, Resch KL. Exercise for women receiving adjuvant therapy for breast cancer. *Cochrane Database Syst Rev* 2006:CD005001.
15. Daley AJ, Crank H, Saxton JM, Mutrie N, Coleman R, Roalfe A. Randomized trial of exercise therapy in women treated for breast cancer. *J Clin Oncol* 2007;25:1713-21.
16. De Backer IC, Van Breda E, Vreugdenhil A, Nijziel MR, Kester AD, Schep G. High-intensity strength training improves quality of life in cancer survivors. *Acta Oncol* 2007;46:1143-51.
17. May AM, Van Weert E, Korstjens I, et al. Improved physical fitness of cancer survivors: a randomised controlled trial comparing physical training with physical and cognitive-behavioural training. *Acta Oncol* 2008;47:825-34.
18. van Weert E, Hoekstra-Weebers JE, Grol BM, et al. Physical functioning and quality of life after cancer rehabilitation. *Int J Rehabil Res* 2004;27:27-35.
19. De Backer IC, Schep G, Backx FJ, Vreugdenhil G, Kuipers H. Resistance training in cancer survivors: a systematic review. *Int J Sports Med* 2009;30:703-12.
20. Cramp F, Byron-Daniel J. Exercise for the management of cancer-related fatigue in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;11:CD006145.
21. Kenfield SA, Stampfer MJ, Giovannucci E, Chan JM. Physical activity and survival after prostate cancer diagnosis in the health professionals follow-up study. *J Clin Oncol* 2011;29:726-32.
22. De Backer IC, Vreugdenhil G, Nijziel MR, Kester AD, van Breda E, Schep G. Long-term follow-up after cancer rehabilitation using high-intensity resistance training: persistent improvement of physical performance and quality of life. *Br J Cancer* 2008;99:30-6.
23. de Boer AG, Verbeek JH, Spelten ER, et al. Work ability and return-to-work in cancer patients. *Br J Cancer* 2008;98:1342-7.
24. Spelten ER, Verbeek JH, Uitterhoeve AL, et al. Cancer, fatigue and the return of patients to work—a prospective cohort study. *Eur J Cancer* 2003;39:1562-7.
25. Spelten ER, Sprangers MA, Verbeek JH. Factors reported to influence the return to work of cancer survivors: a literature review. *Psychooncology* 2002;11:124-31.
26. Thijs KM, de Boer AG, Vreugdenhil G, van de Wouw AJ, Houterman S, Schep G. Rehabilitation using high-intensity physical training and long-term return-to-work in cancer survivors. *J Occup Rehabil* 2012;22:220-9.
27. Mao JJ, Armstrong K, Bowman MA, Xie SX, Kadakia R, Farrar JT. Symptom burden among cancer survivors: impact of age and comorbidity. *J Am Board Fam Med* 2007;20:434-43.
28. Headley JA, Ownby KK, John LD. The effect of seated exercise on fatigue and quality of life in women with advanced breast cancer. *Oncol Nurs Forum* 2004;31:977-83.
29. Temel JS, Greer JA, Goldberg S, et al. A structured exercise program for patients with advanced non-small cell lung cancer. *J Thorac Oncol* 2009;4:595-601.
30. Brown P, Clark MM, Atherton P, et al. Will improvement in quality of life (QOL) impact fatigue in patients receiving radiation therapy for advanced cancer? *Am J Clin Oncol* 2006;29:52-8.
31. Oldervoll LM, Loge JH, Paltiel H, et al. The effect of a physical exercise program in palliative care: A phase II study. *J Pain Symptom Manage* 2006;31:421-30.
32. Courneya KS, Segal RJ, Mackey JR, et al. Effects of aerobic and resistance exercise in breast cancer patients receiving adjuvant chemotherapy: a multicenter randomized controlled trial. *J Clin Oncol* 2007;25:4396-404.
33. Segal RJ, Reid RD, Courneya KS, et al. Randomized controlled trial of resistance or aerobic exercise in men receiving radiation therapy for prostate cancer. *J Clin Oncol* 2009;27:344-51.
34. Kampshoff CS, Buffart LM, Schep G, van Mechelen W, Brug J, Chinapaw MJ. Design of the Resistance and Endurance exercise After ChemoTherapy (REACT) study: a randomized controlled trial to evaluate the effectiveness and cost-effectiveness of exercise interventions after chemotherapy on physical fitness and fatigue. *BMC Cancer* 2010;10:658.
35. Jones LW, Douglas PS, Eves ND, et al. Rationale and design of the Exercise Intensity Trial (EXCITE): A randomized trial comparing the effects of moderate versus moderate to high-intensity aerobic training in women with operable breast cancer. *BMC Cancer* 2010;10:531.
36. Deschenes MR, Kraemer WJ. Performance and physiologic adaptations to resistance training. *Am J Phys Med Rehabil* 2002;81:S3-16.
37. McArdle WK, FI; Katch, VL. Training for Anaerobic and Aerobic Power. In: Darcy P, ed. *Exercise Physiology; Energy, Nutrition, and Human Performance*. Baltimore, Maryland: Lippincott Williams & Wilkins, 2001:478-479.
38. McArdle W, Katch F, Katch V. Muscular Strength: Training Muscles to Become Stronger. In: Darcy P, ed. *Exercise Physiology; Energy, Nutrition, and Human Performance*. Baltimore, Maryland: Lippincott Williams & Wilkins, 2001:501-547.
39. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol* 2012;590:1077-84.
40. Meyer P, Gayda M, Juneau M, Nigam A. High-Intensity Aerobic Interval Exercise in Chronic Heart Failure. *Curr Heart Fail Rep* 2013.
41. Rock CL, Doyle C, Demark-Wahnefried W, et al. Nutrition and physical activity guidelines for cancer survivors. *CA Cancer J Clin* 2012;62:243-74.
42. Richtlijn 'Ondervoeding bij patiënten met kanker'. *Integrale Kankercentra Nederland (IKNL)*, 2012.
43. Vogel J, Beijer S, Doornink N, Wipkink A. *Handboek voeding bij kanker*. Utrecht: De Tijdstroom, 2012.
44. Robien K, Demark-Wahnefried W, Rock CL. Evidence-based nutrition guidelines for cancer survivors: current guidelines, knowledge gaps, and

- future research directions. *J Am Diet Assoc*;111:368-75.
45. Demark-Wahnefried W, Campbell KL, Hayes SC. Weight management and its role in breast cancer rehabilitation. *Cancer* 2012;118:2277-87.
 46. Goodwin PJ, Ennis M, Pritchard KI, et al. Adjuvant treatment and onset of menopause predict weight gain after breast cancer diagnosis. *J Clin Oncol* 1999;17:120-9.
 47. Davies NJ, Batehup L, Thomas R. The role of diet and physical activity in breast, colorectal, and prostate cancer survivorship: a review of the literature. *Br J Cancer* 2011;105 Suppl 1:S52-73.
 48. Morley JE, Argiles JM, Evans WJ, et al. Nutritional recommendations for the management of sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc* 2010;11:391-6.
 49. Beelen M, Burke LM, Gibala MJ, van Loon LJ. Nutritional strategies to promote postexercise recovery. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2010;20:515-32.
 50. Phillips SM, Hartman JW, Wilkinson SB. Dietary protein to support anabolism with resistance exercise in young men. *J Am Coll Nutr* 2005;24:134S-139S.
 51. Rasmussen BB, Phillips SM. Contractile and nutritional regulation of human muscle growth. *Exerc Sport Sci Rev* 2003;31:127-31.
 52. Tipton KD, Wolfe RR. Protein and amino acids for athletes. *J Sports Sci* 2004;22:65-79.
 53. Koopman R, Wagenmakers AJ, Manders RJ, et al. Combined ingestion of protein and free leucine with carbohydrate increases postexercise muscle protein synthesis in vivo in male subjects. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2005;288:E645-53.
 54. Moore DR, Robinson MJ, Fry JL, et al. Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *Am J Clin Nutr* 2009;89:161-8.
 55. Res PT, Groen B, Pennings B, et al. Protein ingestion before sleep improves postexercise overnight recovery. *Med Sci Sports Exerc* 2012;44:1560-9.
 56. Jentjens R, Jeukendrup A. Determinants of post-exercise glycogen synthesis during short-term recovery. *Sports Med* 2003;33:117-44.
 57. van Loon LJ, Saris WH, Kruijshoop M, Wagenmakers AJ. Maximizing postexercise muscle glycogen synthesis: carbohydrate supplementation and the application of amino acid or protein hydrolysate mixtures. *Am J Clin Nutr* 2000;72:106-11.
 58. Tisdale MJ. Mechanisms of cancer cachexia. *Physiol Rev* 2009;89:381-410.
 59. Arends J, Bodoky G, Bozzetti F, et al. ESPEN Guidelines on Enteral Nutrition: Non-surgical oncology. *Clin Nutr* 2006;25:245-59.
 60. Dillon EL, Volpi E, Wolfe RR, et al. Amino acid metabolism and inflammatory burden in ovarian cancer patients undergoing intense oncological therapy. *Clin Nutr* 2007;26:736-43.
 61. Nilwik R, Snijders T, Leenders M, et al. The decline in skeletal muscle mass with aging is mainly attributed to a reduction in type II muscle fiber size. *Exp Gerontol* 2013;48:492-8.
 62. Wang Y, Pessin JE. Mechanisms for fiber-type specificity of skeletal muscle atrophy. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2013;16:243-50.
 63. Cermak NM, Res PT, de Groot LC, Saris WH, van Loon LJ. Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2012;96:1454-64.

Over de auteurs

Milou Beelen¹, Anneloes van Dooren¹, Rianne van Lieshout², Art Vreugdenhil³, Luc van Loon⁴, en Goof Schep¹

1 Sportmax, Maxima Medisch Centrum, Veldhoven, Nederland
 2 Paramax, Máxima Medisch Centrum Veldhoven, Integraal Kankercentrum Zuid Eindhoven, en Landelijke Werkgroep Diëtisten Oncologie Utrecht, Nederland
 3 Interne Geneeskunde, Maxima Medisch Centrum, Veldhoven, Nederland
 4 Vakgroep Bewegingswetenschappen, Maastricht University Medical Center, Maastricht, Nederland

Correspondentieadres:
 Sportmax, Maxima Medisch Centrum,
 Postbus 7777
 5504 DB Veldhoven
 Tel: 040-888 8688
 Fax: 040-888 8216
 Email: m.beelen@mmc.nl of
 g.schep@mmc.nl