

Preoperatieve begeleiding volop in ontwikkeling

Fysiotherapie voor de operatiepatiënt

Dit artikel beschrijft twee casussen die laten zien hoe de fysiotherapeut zijn rol in de zorg voor de operatiepatiënt kan vormgeven.

Tekst: Jaap Dronkers en Thomas Hoogeboom

Een grote operatie is voor veel patiënten een 'major life event', in het bijzonder voor oudere mensen. Na de operatie kunnen patiënten complicaties oplopen en kunnen de dagelijkse activiteiten langdurig of soms permanent zijn beperkt. Een afname van de fysieke fitheid na een operatie is onvermijdelijk. De vraag is dan ook hoe patiënten hiervan herstellen. Sommige patiënten laten een goed en voorspoedig herstel zien en weten de fysieke fitheid van voor de operatie terug te winnen. Maar een groter aantal patiënten heeft na een operatie een langdurig en vaak permanent verlies van de fysieke conditie. Jongere mensen met een laag activiteitsniveau merken dit vaak niet op. Bij oudere mensen kan dit gepaard gaan met een verlies van zelfredzaamheid. In een klein aantal gevallen kan de patiënt onvoldoende weerstand bieden aan de stressoren van de operatie en komt deze te overlijden. De afname van de fysieke fitheid is in de literatuur goed beschreven, maar krijgt pas de laatste tijd meer aandacht. Dit past bij de huidige transitie van een medisch naar een meer functioneel georiënteerde gezondheidszorg. In 2011 verscheen er in JAMA (Journal of the American Medical Association) een artikel van Covinsky waarin hij de nadelige gevolgen van een ziekenhuisopname voor het functioneren van de patiënt een naam gaf: 'hospitalization associated disability'.¹ In een review geeft hij aan dat een derde van de patiënten ouder dan 70 jaar hiermee te maken krijgt. Vorig jaar verscheen er een artikel waarin de 'hospitalization associated disability' als iatrogene aandoening werd bestempeld.² Dit is een aandoening ten gevolge van een medische behandeling. Verder geeft het artikel aan dat deze aandoening te voorkomen is. Als oorzaak gelden het lage activiteitsniveau van de patiënt en het feit dat fysiotherapeuten te weinig worden ingeschakeld.

In het vervolg van dit artikel beschrijven we twee casussen die laten zien hoe de fysiotherapeut zijn rol in de zorg voor de operatiepatiënt kan vormgeven. De ene casus beschrijft een patiënt bij wie darmkanker is geconstateerd en de andere casus gaat over een patiënt die een orthopedische operatie moet ondergaan.

Casus Patiënt 1

Meneer De Vrede, 72 jaar oud, BMI 19 kg/m², is door de maag-darm-leverarts gediagnosticeerd met colorectale kanker. De colonverpleegkundige verwijst de patiënt naar de chirurg en naar de afdeling fysiotherapie voor een preoperatieve screening. Behalve chronisch obstructieve pulmonaire ziekte (COPD) heeft de patiënt geen comorbiditeiten. De patiënt rookt niet, maar hoest wel regelmatig slijm op. De maximale kracht van de inspiratiespiers is 58 cm H₂O. De score op de chair rise time test (10x) is 33 seconden. De handknijpkracht bedraagt 24 kg. De geschatte VO₂max op basis van de Steep Ramp Test is 21 ml O₂/kg/min. Meneer heeft een hond en wandelt twee keer per dag een kwartier en het activiteitsniveau gemeten met de LASA Activity Questionnaire (LAPAQ) is 500 kcal. De operatie vindt waarschijnlijk plaats binnen 2 tot 3 weken. Hij is zelfredzaam en woont zelfstandig en heeft een fitte vrouw. Hij is gemotiveerd om zelf bij te dragen aan het slagen van de operatie. De fysiotherapeut analyseert zijn risicoprofiel voor een buikoperatie die nodig is om de tumor te verwijderen. De volgende vragen komen op:

Vraag 1: Wat zijn risicofactoren voor zijn postoperatieve herstel?

Vraag 2: Wat is het advies of behandelvoorstel in het preoperatieve traject?

Vraag 3: Hoe kan dit het beste worden aangepakt?

Hieronder een antwoord op de drie vragen met gebruik van bestaande literatuur.

Antwoord 1

De literatuur geeft aan dat het *aeroob vermogen* een goede voorspeller is van het postoperatief verloop, met name van complicaties. Ondanks zijn COPD heeft de patiënt een redelijk aeroob vermogen, wat blijkt uit de Steep Ramp Test. Dit is een test die oudere patiënten goed kunnen uitvoeren en waarvan de score goed correleert met de VO₂max.³ De voorspelde VO₂max is bij deze patiënt 21 ml/kg/min. Dat is hoger dan het afkappunt van 18 ml/kg/min dat de literatuur hanteert voor risicopatiënten.⁴

De *spierfunctie* lijkt wel een probleem. Alle

spierkrachtmetingen laten een score zien die ligt onder de referentiewaarden. Voor de handknijpkracht geeft de literatuur een afkappunt van 22 kg voor een risico op postoperatieve problemen, daar zit de patiënt net boven.^{5,6} De kracht van de inspiratiespiers ligt duidelijk onder de norm van 80 cm H₂O voor zijn leeftijd. Met name de score op de chair rise time test baart zorgen. Deze schat de power (kracht x snelheid) van de beenspieren, een maat die nauw correleert met ADL-activiteiten en zelfredzaamheid van de patiënt.⁷ De score van 33 seconden ligt ruim boven de referentiewaarde. De lage BMI versterkt de zorgen, omdat ondervoeding de spieropbouw in de weg staat.

Ook het *activiteitsniveau* is een voorspeller van het postoperatief verloop en wordt gemeten met de LAPAQ, een activiteitenvragenlijst die de patiënt onder andere vraagt naar wandel-, fiets- en tuinactiviteiten.⁸ De intensiteit van de activiteiten uitgedrukt in METs maakt daar onderdeel van uit. MET staat voor metabool equivalent en 1 MET staat gelijk met 3,5 ml/kg/min. Er zijn uitgebreide lijsten beschikbaar die van de meest voorkomende activiteiten de MET-waarde geven. Meneer loopt elke dag een half uur, maar doet dat in een erg rustig tempo, waardoor hij niet voldoet aan de Nederlandse Norm Gezond Bewegen (NNGB) die een matige intensiteit vereist. Het lage tempo is waarschijnlijk te wijten aan de oude leeftijd van zijn hond. Op basis van de geschatte VO₂max van 21 ml/kg/min kan hij activiteiten uitvoeren van 6 MET (VO₂max gedeeld door 3,5), wat staat voor een matige inspanning, en hiermee kan hij dus wel voldoen aan de NNGB.

Samenvattend heeft meneer De Vrede een matig maar voldoende aeroob vermogen, een te lage spierkracht en een erg matig activiteitsniveau, wat resulteert in een hoger risico op problemen in het postoperatief verloop. Ook de comorbiditeit COPD en het preklinisch opgeven van slijm verhogen het risico op met name een postoperatieve longcomplicatie. Postoperatieve problemen kunnen behalve uit postoperatieve complicaties en een langere ligduur ook bestaan uit de afname van de ADL-functie en mogelijk verlies van de zelfredzaamheid (op korte en lange termijn).

Antwoord 2

De tweede vraag gaat over risicofactoren die preoperatief nog te beïnvloeden zijn en die bij

kunnen dragen aan een betere conditie van de patiënt voor de operatie. Want hoe beter de patiënt het ziekenhuis in gaat, des te beter komt hij er ook weer uit, dit is het 'better in, better out'-concept (BiBo™).

De patiënt heeft een goed aerobisch vermogen nodig om de metabole belasting na de operatie goed aan te kunnen. Meneer heeft een $VO_2\max$ die boven het risiconiveau van 18 ml/kg/min ligt. Dit is een vrij constant gegeven waarde in de literatuur. De patiënt krijgt daarom de aanbeveling te blijven wandelen en krijgt hiervoor geen aparte training.⁴

Bij deze patiënt lijkt vooral de spierkracht een risicofactor. Dat de spierkracht is afgenomen, valt goed te verklaren. De spier is een orgaan dat continu wordt opgebouwd en afgebroken (turn-overtijd van 3 maanden). Zowel de COPD als darmkanker zorgen voor een negatieve verandering in deze balans. Dit manifesteert zich bij deze chronische ziekten in een afname van de spiermassa.⁹ Patiënten die worden gediagnosticeerd met kanker, hebben op dat moment vaak al een lagere spiermassa dan gezonde personen.

De spiermassa zal na de operatie verder afnemen. Dit onder invloed van de 'surgical stress' die bestaat uit een breed scala aan fysiologische reacties die onder andere de spiermassa negatief beïnvloeden. En minstens zo belangrijk is in dit verband de inactiviteit na de operatie. Deze veroorzaakt ook spiermassaverlies die bij de oudere operatiepatiënten 3 keer zo snel gaat vergeleken bij jongere mensen.¹⁰ Zo kunnen patiënten in korte tijd veel spiermassa verliezen. Ook de lage BMI en het risico op ondervoeding wijzen richting de spier als aandachtspunt in de zorg voor deze operatiepatiënt. Dat de spiermassa voor deze patiënt zo belangrijk is, heeft vier redenen. Ten eerste heeft hij de spiermassa nodig om na de operatie snel te mobiliseren en weer snel zijn zelfredzaamheid terug te krijgen. Dit werkt preventief op het krijgen van (long)complicaties. Ten tweede is de spiermassa nauw gecorreleerd met vermoeidheid die er de oorzaak van kan zijn dat patiënten te weinig bewegen. Als derde geldt dat meneer na de operatie mogelijk een chemokuur moet ondergaan. De toxiciteit van deze behandeling is gerelateerd aan de hoeveelheid spiermassa. Die kan er in een later stadium dus voor zorgen dat de patiënt goed door een chemokuur komt zonder het naar beneden bijstellen van doseringen of, nog erger, het moeten stoppen van de behandeling. Wanneer de lage spiermassa na de operatie nog verder afneemt, kan dit leiden tot ADL-problemen. Tot slot hebben spieren ook een gezondheidsbevorderende rol via de uitscheiding van zogenaamde myokines. Dit zijn cytokines met endocriene effecten die onder andere verantwoordelijk worden gehouden voor de (secundaire) preventie van darmkanker.¹¹ Alle

reden dus om in het preoperatieve traject de spiermassa van meneer in de gaten te houden en zo nodig te verbeteren.

De fysiotherapeut besteedt apart aandacht aan de ademhalingspijpen. Na een buik- maar ook thoraxoperatie is er een extra afname van de kracht van het diafragma, waardoor de patiënten een ander adempatroon krijgen, met risico op longcomplicaties. Gezien de COPD is het wenselijk vooraf te werken aan een optimale functie van de inademingsspijpen. De literatuur geeft hier ook evidentie voor.¹² Een van de werkingsmechanismen van de inspiratoire muscle training (IMT) is dat het diafragma bij inspanning de bloedtoevoer naar de perifere spieren via de metaboreflex op een later moment afknijpt, waardoor onder anderen patiënten met COPD langer actief kunnen zijn. Dat is een bijkomend voordeel van het inzetten van de IMT voor deze patiënt. Heel lang is het gebruikelijk geweest de patiënt gedurende 15 minuten te laten ademen tegen een weerstand van 30-40% van de maximale kracht. Maar onderzoek uit Groningen geeft aan dat een hogere intensiteit (met minder herhalingen) een beter effect geeft.¹³

Het activiteitenpatroon is voor deze patiënt ook een factor van betekenis in de preoperatieve periode. Uit onderzoek en ervaring blijkt dat deze patiëntengroep zich op de operatie voorbereidt door rustig aan te doen, dit vaak aangevoerd door de directe omgeving. Als je een operatie beschouwt als een zware fysiologische inspanning (sommigen vergelijken het met het lopen van een marathon), is het nodig meneer te wijzen op voldoende activiteit in afwachting van de operatie. Ook zal de fysiotherapeut de patiënt aanmoedigen actief te zijn met het oog op de gezondheidseffecten van bewegen die uitgebreid zijn beschreven, waaronder ook het preventieve effect op het krijgen van (recidief) kanker. De literatuur leert dat hiervoor een geringe hoeveelheid beweging al effectief is.¹⁴ Daaraan lijkt hij al te voldoen. Vanwege de geschatte $VO_2\max$ is het mogelijk ook aan te raden de intensiteit van het activiteitenpatroon nog iets te verhogen.

Samengevat is het voor meneer De Vrede belangrijk de spierfunctie op peil te houden. Omdat de spierfunctie minimaal is, wordt hem een begeleidende training aangeboden. Daarnaast krijgt hij de aanbeveling om vooral actief te blijven, minimaal op het huidige niveau, maar bij voorkeur met iets meer intensiteit.

Antwoord 3

Er is geen algemeen behandelprotocol voor patiënten die een buikoperatie moeten ondergaan waar de fysiotherapeut op kan terugvallen. Hij zal een behandeling op maat moeten samenstellen, waarbij aan de ene kant

de intensiteit zo hoog mogelijk moet zijn (voor een effect op korte termijn) en hij aan de andere kant moet oppassen dat meneer de training kan volhouden en niet afhaakt. Ook dient er na de inspanning voldoende tijd te zijn voor herstel bij de patiënt,¹⁵ om overtraining in deze fragiele patiëntengroep te voorkomen. Hiervoor zal hij de patiënt frequent moeten monitoren op veranderingen in moeheid en herstel van de training. Uit de literatuur blijkt dat een kortdurende training van 2 tot 4 weken voor ouderen goed haalbaar is en de fysieke fitheid van de patiënt kan verbeteren. De aangetoonde associatie tussen fysieke fitheid en postoperatief verloop betekent niet altijd een causaal verband. Daarom willen klinici ook evidentie voor het effect van de training op de postoperatieve uitkomstmaten. Overzichtsartikelen geven aan dat dit effect nog niet hard is aangetoond.^{16,17} Veel onderzoeken hebben daarvoor te weinig mensen in de studie opgenomen. Zeer recent is een artikel verschenen dat de postoperatieve effecten van training bij een buikoperatie aantoont.¹⁸ In dit onderzoek werd veel aandacht besteed aan spiertraining.

Behalve resultaten van interventiestudies kan een goede rationale ook dienen als onderbouwing van de behandeling. De fysiotherapeut vindt in het geval van meneer voldoende onderbouwing voor de behandeling van de functie van de spiermassa.

Alhoewel voor het verbeteren van de spierkracht meestal een high-intensity-training wordt ingezet, kun je oudere patiënten ook een low-intensity-programma aanbieden onder de voorwaarde dat deze vaker wordt gerepeteerd.¹⁹ Voor meneer kiest de fysiotherapeut voor deze vorm, omdat deze de haalbaarheid van de training bevordert.

Dan moet de fysiotherapeut een keuze maken tussen een spierkrachtraining en een functionele training. De effecten op de spierkracht zijn het grootst bij een spierkrachtraining, maar deze effecten zijn in de praktijk snel verdwenen wanneer de training stopt. Een functionele training heeft minder effect op de spierkracht maar deze training houden patiënten beter vol.²⁰ Voor meneer is op de korte termijn spierkrachtraining het meest geschikt. Later na de operatie kan die worden gevolgd door een meer functionele training. Om een goede en snelle mobilisatie te borgen, zal het accent liggen op de beenspieren. Daar treedt na de operatie ook het meeste spiermassaverlies op. Een goede functionele beweging is het traplopen. Wanneer meneer dat in een goed tempo doet, is dat een goede manier om de power van de beenspieren te trainen. En een trap is meestal wel in de buurt.

>>

Casus Patiënt 2

Mevrouw Jansen, 78 jaar oud en BMI 35,2 kg/m², heeft de afgelopen 2 jaar last van haar rechterheup. Na een bezoek aan de orthopedisch chirurg wordt, door middel van röntgendiagnostiek, heupartrose vastgesteld. Haar orthopedisch chirurg adviseert haar een nieuwe heupoperatie te ondergaan. Ze stemt hiermee in. Voorafgaand aan de operatie bezoekt ze de anesthesioloog en de fysiotherapeut, die haar medisch en functioneel testen. Mevrouw heeft op de American Society of Anesthesiologists (ASA) Physical Status classification een score van 2. Ze leidt aan diabetes mellitus type 2, maar dit is goed gecontroleerd. Functioneel scoort mevrouw 16 seconden op de Timed Up and Go test. Op een handknijpkrachttest scoort ze 18 kilogram. De operatie vindt plaats over 3 weken. Ze woont zelfstandig in een aanleunwoning zonder trap. Ze hoopt na de operatie weer te kunnen fietsen en gemakkelijker buiten te wandelen.

De fysiotherapeut en anesthesioloog bespreken haar risicoprofiel voor een totale heupprothese. De volgende vragen komen op:

Vraag 1: Welke factoren zijn risicofactoren voor haar postoperatieve herstel?

Vraag 2: Is het zinvol om deze patiënte te adviseren om preoperatief te trainen?

Vraag 3: Zo ja, hoe zou dit moeten worden aangepakt?

De vragen worden beantwoord aan de hand van recent en lopend onderzoek door drie Nederlandse fysiotherapeuten, tevens promovendi.

Antwoord 1

In een recente literatuurstudie vonden Elings en collega's dat een hoge ASA-score en meerdere nevenaandoeningen (vooral hart- en longproblemen) gerelateerd zijn aan een vertraagd herstel in het ziekenhuis.²¹ Zij bevestigden deze bevindingen in eigen onderzoek in het Diaconessenhuis te Utrecht. Daarnaast vonden zij een relatie tussen slechte preoperatieve functionele mobiliteit (Timed Up and Go test > 12,5 seconden) en vertraagd herstel na een totale heupprothese.²² Deze bevindingen zijn vervolgens bevestigd in het Nij Smellinghe ziekenhuis te Drachten en in het Gelderse Vallei ziekenhuis te Ede.²³ Preoperatief functioneren was steeds een van de sterkste voorspellers voor postoperatief klinisch herstel.

Een andere interessante nieuwe bevinding



Foto: Wierp van Agellboorn

door Oosting uit de Gelderse Vallei is dat niet BMI alleen, maar lichaamssamenstelling een belangrijke voorspeller is voor het herstel na een totale heupprothese. Met behulp van data van 315 patiënten kon ze aantonen dat patiënten met een hoog BMI én een lage spierkracht een hoger risico op vertraagd herstel hebben dan patiënten met een hoog BMI of lage spierkracht alleen.

De risicofactoren van mevrouw Jansen zijn dus: 1) de combinatie tussen een hoog BMI en lage handknijpkracht (< 20 kg voor vrouwen) en 2) een Timed Up and Go-tijd van boven de 12,5 seconde.

Antwoord 2

Deze vraag is wat lastiger te beantwoorden. De meest recente review naar trainen voorafgaand aan totale gewrichtsvervangings concludeert dat: "preoperatieve oefentherapie pijn en functioneren op de korte termijn verbeteren, echter deze effecten zijn te klein en kortdurend om als klinisch relevant beoordeeld te worden".²⁴ In deze review werden 22 gerandomiseerde studies (1.492 patiënten) geïncludeerd. Ondanks dat er veel studies beschikbaar zijn, is er helaas wel wat op deze studies aan te merken. Bijna alle studies zijn van lage methodologische als ook therapeutische kwaliteit.²⁵ Dit is niet vreemd, want oefentherapie is nu eenmaal erg lastig te vatten in gerandomiseerd onderzoek dat oorspronkelijk is bedacht om medicijnen te onderzoeken. Immers, patiënt en therapeut zijn lastig te blinderen voor wel of geen oefentherapie. Daarnaast vraagt een dergelijke studieopzet om een gestandaardiseerde therapeutische aanpak, die vaak ten koste gaat van

de persoonsgerichte, meer intensieve, aanpak. Tot slot includeren onderzoekers vaak patiënten met de laagste complicatierisico's, om eventuele uitbijters in de onderzoeksresultaten te voorkomen. Dit is helaas ook het geval in deze onderzoeken.²⁵

Echter, de oplettende lezer in deze casus heeft vast gemerkt dat er erg snel besloten is om over te gaan op röntgendiagnostiek en totale heupprothesiologie. Uit de casus komt niet duidelijk naar voren of mevrouw alle bewezen effectieve conservatieve interventies al heeft geprobeerd om de klachten te verminderen. Lichamelijke training is hier een belangrijke optie. Immers, ondanks de aanwezigheid van knie- of heupartrose zijn deze mensen goed conservatief behandelbaar. Dit is onlangs wederom bevestigd door Skou en collega's.²⁶ Zij vergeleken in een wetenschappelijk onderzoek een 12 weken durende preoperatieve oefentherapie in combinatie met pijnstillers, zoutjes, educatie en dieet, met een totale knieprothese. Uit deze studie bleek dat, hoewel patiënten in de knieprothesegroep minder pijn en functioneringsproblemen hadden na 12 maanden, zij ook een substantieel groter risico hadden op ernstige complicaties. Daarnaast bleek driekwart (!) van de deelnemers in de trainingsgroep 12 maanden na de interventie geen knieprothese te hebben ondergaan.

Op dit moment is er onvoldoende wetenschappelijk bewijs om preoperatief trainen structureel te adviseren aan patiënten die een totale gewrichtsprothese ondergaan. Echter, in gesprek met de patiënt die binnen de risicopopulatie valt, kan preoperatieve training worden overwogen. De preoperatieve effecten

zijn namelijk evident, de interventie is veilig, en iedere vorm van additionele fysieke activiteit is aan te bevelen.

Antwoord 3

In 2012 lieten Oosting en collega's zien dat de slechtst functionerende ouderen die opgaan voor een totale heupprothese, goed trainbaar zijn. Voorwaardelijk was wel dat zij: a) patiënten aan huis trinden, b) doelen stelden die ook voor de ouderen relevant waren, en c) deze doelen regelmatig evalueerden met de deelnemers.²⁷

In het Nij Smellinghe ziekenhuis loopt, onder leiding van Van der Sluis, sinds 2009 een cohortstudie. In deze studie worden alle personen die een nieuwe-heupoperatie of nieuwe-knieoperatie ondergaan, pre- en postoperatief gemeten. Met behulp van deze database heeft Van der Sluis zicht op de impact van veranderingen binnen en buiten het ziekenhuis op opnameduur, ontslagrichting en functioneel herstel.²⁸ Recentelijk worden alle personen met een verhoogd risico op vertraagd herstel na een knieprothese in Nij Smellinghe preoperatief getraind door eerstelijnsfysiotherapeuten. Deze fysiotherapeuten vormen een netwerk rondom het ziekenhuis. Om de drie maanden komen zij samen om de voortgang en ervaringen uit te wisselen. Uiteindelijk kunnen deze ongeselecteerde, prospectieve data ons nieuwe inzichten verschaffen in de effecten van therapeutisch valide training voorafgaand aan totale knieprothese.

Tot slot

Hopelijk geven de beide casussen inzicht in de mogelijkheden die de fysiotherapeut heeft om de patiënt te begeleiden gedurende een periode in zijn of haar leven waarin het fysiek functioneren na een zware operatie fors kan teruglopen. In beide casussen wordt duidelijk dat er voor deze patiënten geen algemeen protocol beschikbaar is waar je op terug kunt vallen. De fysiotherapeut dient de gegevens uit de literatuur toe te passen op de patiënt in zijn specifieke omstandigheden. Dat is niet altijd eenvoudig maar maakt hem wel tot een professional. De bespreking van beide casussen maakt duidelijk dat de preoperatieve begeleiding van patiënten volop in ontwikkeling is. In Nederland zijn er op dit gebied veel onderzoeksinitiatieven zoals in het AMC in Amsterdam, het UMC Utrecht en het ziekenhuis Gelderse Vallei. Door deze te blijven volgen, kunnen de fysiotherapeuten in het ziekenhuis en de eerste lijn bijdragen aan het verder verminderen van een onnodig iatrogen functionieverlies.

Dr. Jaap Dronkers, ziekenhuis Gelderse Vallei, Ede en Hogeschool Utrecht.

Dr. Thomas Hoogeboom, Radboud universiteit medisch centrum, Radboud Institute for Health Science, IQ healthcare, Nijmegen.

Referenties

- Covinsky KE, Pierluissi E, Johnston CB. Hospitalization-associated disability: "She was probably able to ambulate, but I'm not sure". *JAMA* 2011;306:1782-93.
- Sourdel S, Lafont C, Rolland Y, Nourhashemi F, Andrieu S, Vellas B. Preventable iatrogenic disability in elderly patients during hospitalization. *J Am Med Dir Assoc* 2015;16:674-81.
- De Backer IC, Schep G, Hoogeveen A, Vreugdenhil G, Kester AD, van Breda E. Exercise testing and training in a cancer rehabilitation program: the advantage of the steep ramp test. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:610-6.
- West MA, Asher R, Browning M, Minto G, Swart M, Richardson K, et al. Validation of preoperative cardiopulmonary exercise testing-derived variables to predict in-hospital morbidity after major colorectal surgery. *Br J Surg* 2016 Feb 23. doi: 10.1002/bjs.10112. [Epub ahead of print]
- Chen CH, Chang H, Huang YZ, Hung TT. Hand-grip strength is a simple and effective outcome predictor in esophageal cancer following esophagectomy with reconstruction: A prospective study. *J Cardiothorac Surg* 2011;6:98.
- Dronkers JJ, Chorus AM, van Meeleren NL, Hopman-Rock M. The association of pre-operative physical fitness and physical activity with outcome after scheduled major abdominal surgery. *Anaesthesia* 2013;68:67-73.
- Dietzel R, Felsenberg D, Armbrecht G. Mechanography performance tests and their association with sarcopenia, falls and impairment in the activities of daily living - a pilot cross-sectional study in 293 older adults. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2015;15:249-56.
- Stel VS, Smit JH, Pluijm SM, Visser M, Deeg DJ, Lips P. Comparison of the IASA Physical Activity Questionnaire with a 7-day diary and pedometer. *J Clin Epidemiol* 2004;57:252-8.
- Christensen JF, Jones LW, Andersen JL, Dagaard G, Rorith M, Hojman P. Muscle dysfunction in cancer patients. *Ann Oncol* 2014;25:947-58.
- English KL, Paddon-Jones D. Protecting muscle mass and function in older adults during bed rest. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2010;13:34-9.
- Pedersen BK. Muscle as a secretory organ. *Compr Physiol* 2013;3:1337-62.
- Valkenet K, van de Port IG, Dronkers JJ, de Vries WR, Lindeman E, Backx FJ. The effects of preoperative exercise therapy on postoperative outcome: a systematic review. *Clin Rehabil* 2011;25:99-111.
- van Adrichem EJ, Meulenbroek RL, Plukker JT, Groen H, van Weert E. Comparison of two preoperative inspiratory muscle training programs to prevent pulmonary complications in patients undergoing esophagectomy: a randomized controlled pilot study. *Ann Surg Oncol* 2014;21:2353-60.
- de Souto Barreto P. Global health agenda on non-communicable diseases: has WHO set a smart goal for physical activity? *BMJ* 2015;350:h23.
- Radak Z, Chung HY, Koltai E, Taylor AV, Goto S. Exercise, oxidative stress and hormesis. *Ageing Res Rev* 2008;7:34-42.
- O'Doherty AF, West M, Jack S, Grocott MP. Preoperative aerobic exercise training in elective intra-cavity surgery: a systematic review. *Br J Anaesth* 2013;110:679-89.
- Santa Mina D, Clarke H, Ritvo P, Leung YW, Mathew AG, Katz J, et al. Effect of total-body prehabilitation on postoperative outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy* 2014;100:196-207.
- Barakat HM, Shahin Y, Khan JA, McCollum PT, Chetter IC. Preoperative Supervised Exercise Improves Outcomes After Elective Abdominal Aortic Aneurysm Repair: A Randomized Controlled Trial. *Ann Surg* 2016 Jan 7. [Epub ahead of print]
- Montero-Fernandez N, Serrero-Rexach JA. Role of exercise on sarcopenia in the elderly. *Eur J Phys Rehabil Med* 2013;49:131-43.
- de Vreede PL, van Meeleren NL, Samson MM, Witink HM, Duursma SA, Verhaar HJ. The effect of functional tasks exercise and resistance exercise on health-related quality of life and physical activity. A randomised controlled trial. *Gerontology* 2007;53:12-20.
- Elings J, Hoogeboom TJ, van der Sluis G, van Meeleren NL. What preoperative patient-related factors predict inpatient recovery of physical functioning and length of stay after total hip arthroplasty? A systematic review. *Clin Rehabil* 2015;29:477-92.
- Elings J, van der Sluis G, Goldbohm RA, Galindo Garre F, de Gast A, Hoogeboom T, et al. Development of a risk stratification model for delayed inpatient recovery of physical activities in patients undergoing total hip replacement. *J Orthop Sports Phys Ther* 2016;46:135-43.
- Oosting E, Hoogeboom TJ, Appelman-de Vries SA, Swets A, Dronkers JJ, van Meeleren NL. Preoperative prediction of inpatient recovery of function after total hip arthroplasty using performance-based tests: a prospective cohort study. *Disabil Rehabil* 2015;38:1-7.
- Wang L, Lee M, Zhang Z, Moodie J, Cheng D, Martin J. Does preoperative rehabilitation for patients planning to undergo joint replacement surgery improve outcomes? A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ Open* 2016;6:e009857.
- Hoogeboom TJ, Oosting E, Vrieseckolk JE, Veenhof C, Simonsma PC, de Bie RA, et al. Therapeutic validity and effectiveness of preoperative exercise on functional recovery after joint replacement: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2012;7:e38031.
- Skou ST, Roos EM, Laursen MB, Rathleff MS, Arendt-Nielsen L, Simonsen O, et al. A randomized, controlled trial of total knee replacement. *N Engl J Med* 2015;373:1597-606.
- Oosting E, Jans MP, Dronkers JJ, Naber RH, Dronkers-Landman CM, Appelman-de Vries SM, et al. Preoperative home-based physical therapy versus usual care to improve functional health of frail older adults scheduled for elective total hip arthroplasty: a pilot randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2012;93:610-6.
- van der Sluis G, Goldbohm RA, Bimmel R, Garre FG, Elings J, Hoogeboom TJ, et al. What augmented physical activity and empowerment can bring to patients receiving total knee replacement: content, implementation, and comparative effectiveness of a new function-tailored care pathway in a routine care setting. *Biomed Res Int* 2015;2015:745864.