

Spiervezelgedrag van de kuitspier tijdens traplopen

M. Spanjaard

Spiervezels en peesweefsel vormen samen spierpeescomplexen, waarvan wij er heel veel in ons lichaam hebben. Spiervezels kunnen door middel van signalen uit het zenuwstelsel verkorten. Ze “trekken” dan aan het peesweefsel, dat vervolgens een kracht uitoefent op het bot, hetgeen vervolgens een beweging tot gevolg kan hebben. In het verleden zijn in onderzoek naar de eigenschappen en functies van verschillende spieren vaak uitspraken gedaan over spiervezelgedrag op basis van het verlengen of verkorten van het totale spierpeescomplex. Hierbij liet men echter de compliantie van de pees buiten beschouwing. Het is echter van belang om het gedrag van de spiervezels zelf te bestuderen, omdat deze de krachtleverende elementen van ons bewegingssysteem vormen.

In dit proefschrift wordt, met behulp van ultrasonografie, spiervezelgedrag (verandering van spiervezellengte) gemeten, om zo de relatie tussen spiervezel- en peesgedrag te beschrijven. Een “natuurlijke” en uitdagende taak om spiervezelgedrag te bestuderen is traplopen. Bij traplopen moeten de spierpeescomplexen van het been grote hoeveelheden arbeid (positief of negatief) genereren, veel meer dan bijvoorbeeld wandelen en is hierdoor het “schoolvoorbeeld” voor concentrische en excentrische contracties geworden. Bij traplopen moeten spierpeescomplexen verkorten en kracht leveren (concentrische spiercontractie) tijdens trap op lopen om de benodigde positieve arbeid te verrichten en ze (spierpeescomplexen) moeten verlengen en kracht leveren (excentrische spiercontractie) tijdens trap af lopen om de benodigde negatieve arbeid (remmen) te verrichten. In de experimenten die beschreven worden in dit proefschrift wordt spiervezelgedrag van de musculus gastrocnemius medialis (GM - binnenste oppervlakkige kuitspier) bestudeerd tijdens traplopen. Deze spier is een belangrijke plantairflexor van de enkel. Plantairflexie is het strekken van het enkelgewricht, een voor traplopen cruciale beweging waarmee veel van de benodigde arbeid tijdens traplopen wordt geleverd (zowel positief als negatief).

Na de introductie in hoofdstuk 1, beschrijft hoofdstuk 2 het eerste experiment. Tien proefpersonen liepen trap op en trap af op een zelf gekozen snelheid op een trap van 4 treden met standaard afmetingen. Hierbij werden de gewrichtshoeken (waaruit lengteveranderingen van het spierpeescomplex kunnen worden afgeleid) en gewrichtsmomenten van het enkel- en kniegewricht gemeten. Tevens werd de mate van spieractivatie van de GM met behulp van electromyografie gemeten. Tijdens traplopen werden ook de spiervezels in beeld gebracht door middel van ultrasonografie, waarbij de “ultrasound-probe” gefixeerd werd op het onderbeen van de proefpersoon. Achteraf werden de ultrasound beelden geanalyseerd en de spiervezellengtes gemeten. Bij trap op lopen was

de GM voornamelijk actief tijdens de afzetfase. Tijdens deze afzetfase maakte de enkel een plantairflexie beweging, hetgeen een verkorting van het spierpeescomplex betekent. Echter, tijdens deze verkorting van het spierpeescomplex veranderden de spiervezels niet van lengte, maar contraheerde de spiervezels isometrisch, zij veranderden niet van lengte. Tijdens trap af lopen was de GM actief tijdens het neerkomen van de voet op de volgende trede. In deze fase verlengde het spierpeescomplex doordat de enkel een dorsiflexie beweging maakte. Echter, tijdens deze verlenging van het spierpeescomplex verkortten de spiervezels (!), wat er voor zorgde dat de pees sterk werd opgerekt. De lengte van de pees heeft een groot aandeel in de stijfheid van het spierpeescomplex, deze lengte wordt gereguleerd door de spiervezels. Blijkbaar vereist trap af lopen een hoge stijfheid van het spierpeescomplex en moeten de spiervezels dus verkorten. Deze resultaten laten zien dat het gedrag van spiervezels door de compliantie van het peesweefsel niet noodzakelijk hetzelfde is als dat van het spierpeescomplex. Deze resultaten zorgen er ook voor dat het gebruik van traplopen als "schoolvoorbeeld" van concentrische en (vooral) excentrische spiercontracties niet juist blijkt te zijn (voor deze specifieke spier, wel te verstaan).

Nadat het gedrag van de GM spiervezels tijdens "standaard" traplopen was vastgesteld werd gekeken naar de invloed van fysiologisch relevante variaties in de belasting van de taak. Hiertoe werden loopsnelheid, tredelhoogte en lichaamsgewicht gemanipuleerd. Bij verhoging van de stapfrequentie (loopsnelheid) van traplopen (hoofdstuk 3), is er per stap een hoger mechanisch vermogen nodig (positief of negatief), simpelweg omdat dezelfde hoogte in een kortere tijd overbrugd moet worden. Dit vermogen moet geleverd worden door de spieren. Bij een hogere stapfrequentie vond meer GM spiervezelverkorting plaats, verkortten de spiervezels sneller en was het kniemoment hoger, voor zowel trap op als trap af lopen. Dit betekent dat tijdens trap af lopen op hogere snelheden (nog) meer energie geproduceerd werd door de spiervezels, terwijl er sneller energie geabsorbeerd diende te worden. Het enkelmoment werd ook hoger, echter tot een bepaalde stapfrequentie. Verdere verhoging van de stapfrequentie had geen verhoging van het enkelmoment tot gevolg terwijl de spiervezels wel verder verkortten. In hoofdstuk 4 en 5 werd de invloed van tredelhoogte en lichaamsgewicht bestudeerd. Bij verhoging van tredelhoogte moet er per stap meer mechanische arbeid worden verricht (positief of negatief), evenals bij een toename in lichaamsgewicht. Een verhoging van de traptreden had een verhoging van het enkelmoment tot gevolg, ook de GM spiervezels verkortten meer. Een verhoging van het lichaamsgewicht leidde echter tot andere resultaten. Tijdens trap op lopen verhoogde het enkelmoment wel, echter, de spiervezels van de GM verkortten niet meer vergeleken met de verkorting zonder extra lichaamsgewicht tijdens de afzetfase. In plaats daarvan waren de GM spiervezels tijdens de gehele stap korter. Tijdens de landingsfase van trap af lopen werd geen verandering van enkelmoment gevonden wanneer

het lichaamsgewicht verhoogd was, in plaats daarvan compenseerde het achterste been voor de extra belasting. Dit had tot gevolg dat GM spiervezelgedrag tijdens de landingsfase niet werd beïnvloed door een verhoging van het lichaamsgewicht.

De belangrijkste bevinding van dit proefschrift is dat GM spiervezelgedrag niet noodzakelijk gelijk is aan het gedrag van het spierpeescomplex en dat GM spiervezelgedrag dus ook niet altijd nauwkeurig voorspeld kan worden op basis van het spierpeescomplex gedrag. Bij een verhoging van de belasting, die leidde tot een verhoging van gewrichtsmomenten werd meestal meer GM spiervezelverkorting gevonden, zelfs wanneer het spierpeescomplex verlengde (tijdens trap af lopen).