

Učinkovitost raztezanja pri preprečevanju in odpravljanju kontraktur pri okvarah osrednjega in perifernega živčevja

The effectiveness of stretching in prevention and elimination of contractures in the central and peripheral nervous system disorders

Edita Behrić¹, Darija Ščepanović²

IZVLEČEK

Uvod: Kontraktуре so skupna značilnost nevroloških stanj, na njihov razvoj pa vplivajo imobilizacija, plegija mišic, spastičnost, mišično neravnovesje in bolečina. Raztezanje je eden izmed konzervativnih načinov terapije, s katerim lahko izboljšamo obseg gibljivosti in upočasnimo nastanek kontraktur. Namen pregleda literature je predstaviti učinkovitost raztezanja pri preprečevanju in odpravljanju kontraktur pri okvarah osrednjega in perifernega živčevja.

Metode: Pregledani so bili strokovni in znanstveni članki od marca 1997 do februarja 2009. **Rezultati:** V pregled literature je bilo vključenih 18 randomiziranih kontroliranih raziskav. 16 raziskav je preučevalo učinkovitost raztezanja pri preprečevanju in odpravljanju kontraktur pri okvarah osrednjega živčevja, 2 raziskavi pa pri okvarah perifernega živčevja. V desetih raziskavah uporabljeni postopki raztezanja niso pokazali statistično in klinično pomembnih učinkov na kontraktуре, v sedmih raziskavah pri pacientih z okvarami osrednjega živčevja in v eni raziskavi pri pacientih z okvarami perifernega živčevja pa so rezultati pokazali pozitivne učinke. **Sklep:** Na podlagi pregleda raziskav lahko povzamemo, da so dokazi o učinkovitosti raztezanja pri preprečevanju in odpravljanju kontraktur pri okvarah osrednjega in perifernega živčevja nasprotujoči si.

Ključne besede: kontraktуре, raztezanje, razteg, učinek, nevrološka stanja.

ABSTRACT

Background: Contractures are a common feature of neurological conditions. Immobilization, muscle plegia, spasticity, muscle imbalance and pain can influence on the development of contracture. Stretching is one of the conservative techniques of therapy, which can improve range of motion and slow down the development of contractures. The main intention of this review of literature is to present the effectiveness of stretching in the prevention and elimination of contractures in the central and peripheral nervous system disorders. **Methods:** Expert and scientific articles, reviewed from March 1997 to February 2009 were chosen. **Results:** There were 18 randomized controlled studies included into review. 16 studies studied the effectiveness of stretching in the prevention and elimination of contractures in the central nervous system disorders, 2 studies in the peripheral nervous system disorders. Ten studies showed that used stretching techniques did not have statistically and clinically significant effects on contractures. The results of seven studies, including patients with central nervous system disorders and one study including patients with peripheral nervous system disorders, showed positive effects. **Conclusions:** Based on the reviewed articles it can be summarized that the evidences of the effectiveness of stretching in the prevention and elimination of contractures in the central and peripheral nervous system disorders are mixed.

Key words: contracture, stretching, stretch, effect, neurological conditions.

¹ Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča, Linhartova 51, 1000 Ljubljana, Slovenija

² Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ginekološka klinika, Zaloška 7, 1000 Ljubljana, Slovenija

Korespondenca/Correspondence: Edita Behrić, dipl. fiziot.; e-pošta: behric.edita@gmail.com

Prispelo: 11.10.2012

Sprejeto: 30.10.2012

UVOD

Beseda kontraktura izhaja iz latinske besede *contractio* – krčenje – in pomeni skrajšanje sklepne ovojnice, sklepnih vezi, kože, mišic ter njihovih kit. Prizadeti so kontraktilni in nekontraktilni elementi mišice, zmanjša se število sarkomer, miofibrile in povezovalni elementi pa se prilagodijo, skrajšajo in izgubijo elastičnost (1). Kontraktura se pokaže kot zmanjšana gibljivost sklepa in kot povečan odpor na pasiven ali aktiven gib (2).

Za preprečevanje in zdravljenje kontraktur se uporabljajo različni konzervativni ter operativni terapevtski postopki. Raztezanje je eden izmed konzervativnih načinov, katerega cilj je vzdrževati ali povečati gibljivost sklepa (3).

Ko mehko tkivo raztegnemo, pride do elastičnih, viskoelastičnih ali plastičnih sprememb. Plastičnost je nagnjenost mehkih tkiv k prevzemanju nove, večje dolžine po prenehanju delovanja sile, kar se izkorišča pri metodah raztezanja (4). V kontraktilnih enotah mišice – sarkomerah – se zgodi veliko sprememb v zgradbi in funkciji, če je mišica raztegnjena med izvajanjem vaje ali pa dalj časa imobilizirana v raztegnjenem ali skrajšanem položaju (3). Če je mišica dalj časa imobilizirana, pride do razpada kontraktilnega proteina v mišici, zmanjšanja premera in števila mišičnih vlaken ter do zmanjšanja kapilarne gostote v mišici. Rezultat tega pa sta mišična atrofija in zmanjšana mišična zmogljivost (5, 6). Ko imobilizirana mišica atrofira, lahko pride do povečanja vsebnosti fibroznega in maščobnega tkiva v mišici (7). Ko je mišica imobilizirana v skrajšanem položaju več tednov, pride do zmanjšanja dolžine mišice in mišičnih vlaken ter števila sarkomer v serijah in mišičnih vlaken. (8). Da bi se preprečile in odpravile kontrakture, pa je mišica imobilizirana v položaju njene maksimalne mogoče dolžine za dalj časa (9).

Na razvoj kontraktur pri pacientih z okvarami osrednjega in perifernega živčevja vplivajo imobilizacija, plegija mišic, spastičnost, mišično neravnovesje, nepravilni položaji pacienta v postelji in prisotnost bolečine (1).

Učinke raztezanja so preučevali pri ljudeh in živalih, brez prisotnosti kontraktur in z njimi. Raziskave pri ljudeh so pokazale takojšnje povečanje obsega giba in zmanjšanje odpora na pasiven gib (10, 11). Ta pojav se imenuje viskozna deformacija, njeni učinki pa so prehodni in trajajo le kratek čas po tem, ko je razteg odstranjen. Za preprečevanje in odpravljanje kontraktur pa so bolj kot prehodni učinki pomembni dalj časa trajajoči učinki. Mehanizem dalj časa trajajočih učinkov je manj znan. Trenutno znanje temelji na raziskavah na živalih, ki kažejo, da se mehka tkiva prilagodijo kot odgovor na redno in intenzivno raztezanje (11, 12). Namen pregleda literature je ugotoviti učinkovitost raztezanja pri preprečevanju in odpravljanju kontraktur pri okvarah osrednjega in perifernega živčevja.

METODE

Iskanje literature je bilo opravljeno v knjižnici Zdravstvene fakultete v Ljubljani, v Centralni medicinski knjižnici v Ljubljani, v knjižnici Univerzitetnega rehabilitacijskega inštituta – Soča, na spletu s pomočjo brskalnika Google, v podatkovni bazi COBISS ter v elektronskih bazah podatkov (PubMed, PEDro, Cochrane library). Iskanje je bilo omejeno na članke v angleškem jeziku in na obdobje od marca 1997 do februarja 2009. Ključne besede pri iskanju literature so bile kontrakture, raztezanje, razteg, učinek, nevrološka stanja, contracture, stretching, stretch, effect, neurological conditions.

REZULTATI

V pregled literature je bilo vključenih 18 raziskav. Vključene raziskave so preučevale učinkovitost raztezanja pri preprečevanju in odpravljanju kontraktur pri okvarah osrednjega in perifernega živčevja. 16 raziskav je preučevalo učinkovitost raztezanja pri preprečevanju in odpravljanju kontraktur pri okvarah osrednjega živčevja, 2 raziskavi pa pri okvarah perifernega živčevja.

Populacija, ki so jo raziskave vključevale, so bili otroci s cerebralno paralizo (13, 14), otroci z Duchennovo mišično distrofijo (15), otroci in mladostniki z boleznijo Charcot-Marie-Tooth (16), odrasli po možganski kapi (17–25), odrasli z okvaro hrbtenjače (26, 27) in odrasli po nezgodni poškodbi možganov (28). V eni raziskavi so bili vključeni odrasli po možganski kapi in po

nezgodni poškodbi možganov (29) in v eni raziskavi odrasli po nezgodni poškodbi možganov in z okvaro hrbtenjače ter po možganski kapi (30).

Sedem raziskav je vključevalo paciente s prisotnostjo kontraktur (13, 14, 16, 17, 23, 28, 30), deset raziskav je vključevalo paciente s kontrakturami in tveganjem za nastanek kontraktur (15, 18–22, 24, 26, 27, 29), v raziskavi Ada et al. (25) pa so bili pacienti le ogroženi za razvoj kontraktur.

Velikost vzorca v raziskavah je bila od 9 (14, 28) do največ 63 (18). V dveh raziskavah so bili preiskovanci razdeljeni v tri skupine, in sicer v kontrolno in dve intervencijski skupini (13, 18), v preostalih raziskavah pa so imeli dve skupini, kontrolno in intervencijsko (14–17, 19–30). Starost oseb je bila navedena v vseh raziskavah. Najnižja starost je bila 3 leta (13), najvišja pa 86 let (18).

V petih raziskavah so raztezanje izvedli z različnimi opornicami (16, 18, 22, 23, 30), v treh raziskavah so uporabili mavčenje (12, 14, 28), v petih raziskavah so nameščali zgornji ud v položaj, ki nasprotuje razvoju kontraktur (17, 19, 20, 24, 25), v raziskavi Harvey in sodelavci (30) so raztezali gleženj s posebno napravo, ki deluje kot škripec, v raziskavi Ben in sodelavci (27) so uporabili stojo na nagibni terapevtski mizi s podporo le na eni nogi, v raziskavi Horsley in sodelavci (21) so raztezali zapestje s pomočjo lastne telesne teže, Hyde in sodelavci (15) so uporabili opornico in pasivno razgibavanje sklepa s posebno napravo, Lannin in sodelavci (29) pa so uporabili kombinacijo raztezanja zapestja s pomočjo lastne telesne teže ter zračno napihljive opornice, ki fiksira sklep v določenem položaju.

V sedmih raziskavah je bil obravnavani sklep gleženj (13, 14–16, 27, 28, 30), v štirih raziskavah so obravnavali zapestje (18, 20, 22, 29), v štirih raziskavah ramenski sklep (17, 19, 24, 25), v eni raziskavi karpometakarpalni sklep palca (30), v eni raziskavi komolec (23), v raziskavi Turton in Britton (20) pa so obravnavali zapestje in ramenski sklep.

Raziskave so trajale od najmanj enega tedna (28) do največ 14 tednov (23). Raztezanje je trajalo od 30 minut na dan (20, 24, 25, 27, 30) do 24 ur (13,

14, 17, 28), najmanj trikrat na teden (27), največ pa vse dni v tednu (13–18, 20, 22, 23, 28–30).

Meritve, s katerimi so ocenjevali učinkovitost postopkov raztezanja, so bile opravljene na začetku in po končani obravnavi v vseh raziskavah, razen pri dveh, kjer meritve niso opravili takoj po zaključeni obravnavi (13, 14). Pri desetih raziskavah so učinkovitost merili tudi nekaj časa po končani obravnavi, in sicer pri dveh raziskavah po petih tednih (18, 30), v eni raziskavi po šestih tednih (29), v eni po petih in po devetih tednih (15), v eni po petih in po dvanajstih tednih (14), v eni po desetih tednih (24), v eni po dvanajstih in po šestindvajsetih tednih (16), v eni po šestih mesecih (17) in v eni raziskavi po treh, šestih, sedmih in pol ter po dvanajstih mesecih (13). Pri štirih raziskavah pa so meritve opravljali tudi med začetkom in koncem obravnave (15, 20, 23, 26). Meritve so obsegale: merjenje gibljivosti sklepov v vseh raziskavah, oceno bolečine (17, 19, 21, 22, 24, 25, 29), test mišične zmogljivosti (13, 15), ocenjevanje parametrov hoje (13, 14), hitrost hoje na deset metrov (15), učinek raztezanja na pacientove izbrane cilje (26), ocenjevanje spastičnosti z Ashworthovo (13, 17, 23, 24) in lestvico Tardieu (29), merjenje mineralne gostote kosti (27), merjenje moči izometrične kontrakcije mišic (16), zadovoljstvo pacienta z opornico (22), merjenje obsega uda (22), merjenje kota gležnja (pri 10 Nm navora) s posebno napravo (26), oceno motoričnih sposobnosti roke (24), oceno funkcije zgornjega uda z MAS (angl. *Motor Assessment Scale for stroke*) (17, 18, 21, 29) ali MAS v celoti (15) in indeks Barthel za oceno funkcionalne neodvisnosti (17, 24).

V desetih raziskavah so ugotovili, da uporabljene tehnike raztezanja nimajo statistično in klinično pomembnih učinkov na preprečevanje in odpravljanje kontraktur (16–22, 26, 29, 30). V osmih raziskavah so rezultati pokazali pozitivne učinke (13–15, 23–25, 27, 28). Pri raziskavah, ki so vključevale paciente z okvaro osrednjega živčevja, je sedem raziskav pokazalo pozitivne učinke (13, 14, 23–25, 28). Pri raziskavah, ki so vključevale paciente z okvaro perifernega živčevja, je ena raziskava pokazala učinkovitost razteznih tehnik (15).

De Jong in sodelavci (24) so ugotovili, da je nameščanje rame v položaj, ki preprečuje razvoj kontraktur, upočasnilo njihov nastanek. V raziskavi Hyde in sod. (15) se je v intervencijski skupini v primerjavi s kontrolno skupino v obdobju enega leta po uporabi opornice za gleženj zmanjšal delež razvoja kontraktur Ahilove tetive. V raziskavi Ackman in sod. (13) je prišlo do izboljšanj v gibljivosti in mišični zmogljivosti ter do zmanjšanja spastičnosti. V treh raziskavah pa so ugotovili, da je raztezanje vplivalo na povečanje obsega gibljivosti pri pacientih s prisotnostjo kontraktur (14, 23, 28).

Nameščanje rame v položaj maksimalne zunanje rotacije je v raziskavi Ada in sod. (25) zmanjšalo razvoj kontraktur notranjih rotatorjev ramenskega sklepa. Ben in sod. (27) so ugotovili, da ima stoja na nagibni mizi majhen učinek na gibljivost gležnja in malo ali skoraj nič na mineralno kostno gostoto stegenice. V raziskavi Bürge in sod. (22) ni bilo učinka raztezanja na povečanje gibljivosti, uporaba nevtralne ortoze za zapestje pa je preprečila razvoj bolečine v roki. Gustafsson in McKenna (17) pa sta ugotovila, da se je pomembno izboljšala le ocena funkcionalne neodvisnosti po indeksu Barthel v obeh skupinah.

V raziskavah (13, 14, 28), v katerih so za raztezanje uporabili mavčenje, je bil povprečni učinek na sklepno gibljivost 3° . V raziskavah (17, 19, 20, 24, 25), v katerih so uporabili nameščanje uda v položaje, ki preprečujejo razvoj kontraktur, je bil povprečni učinek na sklepno gibljivost 2° . V raziskavah (15, 16, 18, 22, 23, 29, 30), v katerih so uporabili opornice, je bil učinek na gibljivost 0° . Pri drugih postopkih raztezanja pa je bil povprečni učinek na sklepno gibljivost 1° (21, 26, 27).

RAZPRAVA

Raziskave na živalih in klinična opazovanja podpirajo prepričanje, da podaljšan razteg, ki traja vsaj 3 do 4 tedne, povzroča povečanje raztegljivosti mehkih tkiv (25, 26). Te ugotovitve pa še niso bile potrjene s kliničnimi raziskavami visoke kakovosti (30). Pregled dosedanjih raziskav pri ljudeh je pokazal, da so dokazi o učinkovitosti raztezanja deljeni, saj je osem raziskav pokazalo, da z raztezanjem lahko vplivamo na kontrakturo (13–15, 23–25, 27, 28), deset raziskav pa je pokazalo, da uporabljeni postopki raztezanja

nimajo statistično in klinično pomembnih učinkov na preprečevanje in odpravljanje kontraktur (16–22, 26, 29, 30).

Pregledane raziskave so se med seboj razlikovale po dolžini obdobja obravnave, trajanju in pogostosti raztezanja, postopkih raztezanja, vzorcu populacije, starosti vključenih oseb in po delu telesa, na katerem je bila kontraktura prisotna ali pa je obstajalo tveganje za njen nastanek. Vzroki za neučinkovitost raztezanja pri preprečevanju in odpravljanju kontraktur so lahko premajhna frekvenca, intenzivnost in trajanje raztega, premajhna sila, prisotnost spastičnosti in nepravilno apliciran razteg (pri opornicah, mavcu). Na rezultate lahko vplivajo tudi premajhna velikost vzorca in variabilnost v skupinah, starost zajete populacije, kako terapijo sprejemajo osebe in pacienti, uporaba različnih lestvic, pripomočkov in naprav pri ocenjevanju ter seznanjenost izvajalca meritev, kateri skupini so udeleženci pripadali in katerega terapevtskega postopka so bili deležni. Možno je tudi, da na učinek raztezanja vpliva vrsta okvare živčnega sistema, da je učinkovitost večja pri nekaterih sklepih in da so zgodnje kontrakturo bolj odzivne na raztezanje kot pa dalj časa prisotne.

Učinkovitost postopkov raztezanja še vedno ostaja nejasna. Na to nejasnost lahko vpliva tudi definicija klinično pomembnih rezultatov. Nekateri avtorji menijo, da je povečanje gibljivosti za 5° klinično pomembnih (16, 18, 26, 27, 29, 30), drugi avtorji pa, da je 10° klinično pomembnih (17, 19, 21). Ta odločitev je subjektivna in odvisna od okoliščin ter od normalnega obsega gibljivosti v posameznem sklepu. Če je klinično pomemben učinek 10° , rezultati študij kažejo na neučinkovitost. Če pa je klinično pomemben učinek 5° , rezultati kažejo na možno učinkovitost raztezanja (33).

SKLEP

Na podlagi pregleda raziskav se lahko povzame, da so rezultati o učinkovitosti raztezanja pri preprečevanju in odpravljanju kontraktur pri pacientih z okvaro osrednjega in perifernega živčevja različni. V desetih raziskavah uporabljeni postopki raztezanja niso pokazali statistično in klinično pomembnih učinkov na kontrakturo, v sedmih raziskavah pri pacientih z okvaro

osrednjega živčevja in v eni raziskavi pri pacientih z okvaro perifernega živčevja pa so rezultati pokazali pozitivne učinke.

Področje učinkovitosti raztezanja pri kontrakturah še vedno ni zadosti raziskano, zato so potrebne nadaljnje raziskave.

LITERATURA

1. Farmer SE, James M (2001). Contractures in orthopaedic and neurological conditions: a review of causes and treatment. *Disabil Rehabil* 23 (13): 549–58.
2. Blanton S, Grissom SP, Riolo L (2002). Use of a static adjustable ankle-foot orthosis following tibial nerve block to reduce plantar flexion contracture in an individual with brain injury. *Phys Ther* 82 (11): 1087–97.
3. Taylor DC, Dalton JD, Seaber AV, Garrett WE (1990). Viscoelastic properties of muscle-tendon units. *Am J Sports Med* 18 (3): 300–9.
4. Sapega A (1981). Biophysical factors in range of motion exercises. *Phys Sports Med* 9: 57.
5. Bloomfield SA (1997). Changes in musculoskeletal structure and function with prolonged bed rest. *Med Sci Sports Exerc* 29 (2): 197–206.
6. Cummings GS, Crutchfield CA, Barnes MR (1983). Soft tissue changes in contractures. *Atlanta: Stokesville*, 1–23.
7. Mueller MJ, Maluf KS (2002). Tissue adaptation to physical stress: a proposed physical stress theory to guide physical therapist practise, education and reaserch. *Phys Ther* 82 (4): 383–403.
8. Jokl P, Konstadt S (1983). The effect of limb immobilization on muscle function and protein composition. *Clin Orthop* 174: 222–9.
9. Ito CS (1993). Conservative management of joint deformities and dynamic posturing. *Orthop Phys Ther Clin N Am* 2 (1): 25–38.
10. Bohannon RW (1984). Effect of repeated eight minute muscle loading on the angle of straight leg raising. *Phys Ther* 64 (4): 491–7.
11. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Gleim GW, McHugh MP, Kjaer M (1995). Viscoelastic response to repeated static stretching in the human hamstring muscle. *Scand J Med Sci Sports* 5 (6): 342–7.
12. Weppler CH, Magnusson SP (2010). Increasing muscle extensibility: a matter of increasing length or modifying sensation? *Phys Ther* 90 (3): 438–49.
13. Ackman JD, Russman BS, Thomas SS et al. (2005). Comparing botulinum toxin A with casting for treatment of dynamic equinus in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 47 (9): 620–27.
14. McNee AE, Will E, Lin JP et al. (2006). The effect of serial casting on gait in children with cerebral palsy: preliminary results from a crossover trial. *Gait Posture* 25 (3): 463–68.
15. Hyde SA, Fløytrup I, Glent S et al. (2000). A randomized comparative study of two methods for controlling tendo Achilles contracture in Duchenne muscular dystrophy. *Neuromuscul Disord* 10 (4-5): 257–63.
16. Refshauge KM, Raymond J, Nicholson G, Dolder PA (2006). Night splinting does not increase ankle range of motion in people with Charcot-Marie-Tooth disease: a randomised, cross-over trial. *Aust J Physiother* 52 (3): 193–99.
17. Gustafsson L, McKenna K (2006). A programme of static positional stretches does not reduce hemiplegic shoulder pain or maintain shoulder range of motion- a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 20 (4): 277–86.
18. Lannin NA, Cusick A, McCluskey A, Herbert RD (2007). Effects of splinting on wrist contracture after stroke: a randomized controlled trial. *Stroke* 38 (1): 111–16.
19. Dean CM, Mackey FH, Katrak P (2000). Examination of shoulder positioning after stroke: a randomised controlled pilot trial. *Aust J Physiother* 46 (1): 35–40.
20. Turton AJ, Britton E (2005). A pilot randomized controlled trial of a daily muscle stretch regime to prevent contractures in the arm after stroke. *Clin Rehabil* 19 (6): 600–12.
21. Horsley SA, Herbert RD, Ada L (2007). Four weeks of daily stretch has little or no effect on wrist contracture after stroke: a randomised controlled trial. *Aust J Physiother* 53 (4): 239–45.
22. Bürge E, Kupper D, Finckh A, Ryerson S, Schnider A, Leemann B (2008). Neutral functional realignment orthosis prevents hand pain in patients with subacute stroke: a randomized trial. *Arch Phys Med Rehabil* 89 (10): 1857–62.
23. Lai JM, Francisco GE, Willis FB (2009). Dynamic splinting after treatment with botulinum toxin type-A: a randomized controlled pilot study. *Adv Ther* 26 (2): 241–48.
24. De Jong LD, Nieuwboer A, Aufdemkampe G (2006). Contracture preventive positioning of the hemiplegic arm in subacute stroke patients: a pilot randomized trial. *Clin Rehabil* 20 (8): 656–67.
25. Ada L, Goddard E, McCully J, Stavrinou T, Bampton J (2005). Thirty minutes of positioning reduces the development of shoulder external rotation contracture after stroke: a randomised controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 86 (2): 230–34.
26. Harvey LA, Batty J, Crosbie J, Poulter S, Herbert RD (2000). A randomized trial assessing the effects

- of a 4 weeks of daily stretching on ankle mobility in patients with spinal cord injuries. *Arch Phys Med Rehabil* 81 (10): 1340–47.
27. Ben M, Harvey L, Denis S, Glinsky J, Goehl G, Chee S, Herbert RD (2005). Does 12 weeks of regular standing prevent loss of ankle mobility and bone mineral density in people with recent spinal cord injuries? *Aust J Physiother* 51 (4): 251–56.
 28. Moseley AM (1997). The effect of casting combined with stretching on passive ankle dorsiflexion in adults with traumatic head injuries. *Phys Ther* 77 (3): 240–47.
 29. Lannin NA, Horsley SA, Herbert R, McCluskey A, Cusick A (2003). Splinting the hand in the functional position after brain impairment: a randomized, controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 84 (2): 297–302.
 30. Harvey L, de Jong I, Goehl G, Marwedel S (2006). Twelve weeks of nightly stretch does not reduce thumb web-space contractures in people with a neurological condition: a randomised controlled trial. *Aust J Physiother* 52 (4): 251–58.
 31. Tabary JC, Tabary C, Tardieu C, Tardieu G, Goldspink G (1972). Physiological and structural changes in the cat's soleus muscle due to immobilization at different lengths by plaster casts. *J Physiol* 224 (1): 231–44.
 32. Williams PE, Goldspink G (1978). Changes in sarcomere length and physiological properties in immobilized muscle. *J Anat* 127 (3): 459–68.
 33. Katalinic OM, Harvey LA, Herbert RD, Moseley AM, Lannin NA, Schurr K (2010). Stretch for the treatment and prevention of contractures. *Cochrane Database Syst Rev* 8 (9): CD007455.