

Áhrif skynþjálfunar á jafnvægi hjá öldruðum

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate possible changes in postural control and confidence in activities of daily living amongst senior citizens following sensory training. The training was directed at combined stimulation of the sensory systems together with fall-reaction training. Training sessions (~ 45 min) were 18, 2-3 times per week. Participants in the study were 43 senior citizens who attended the physiotherapy department, Landakot – University Hospital, for balance assessment and training because of unsteadiness. They were divided into a training group 1 (n=29) starting training immediately following assessment and a control group (n=14) including individuals who waited 4-6 months for training because of personal or institutional reasons. All the subjects in the control group were offered the same training after the waiting period. Those accepting the offer comprised training group 2 (n=8).

Time for stand-sit test, 30 meter normal and fast walking and in stairs together with scores from Sensory Organization Test (SOT) and ABC Scale were compared before and after sensory training. The same variables were compared in the control group before and after waiting period and between the training groups prior to the training. The effect of the training on subjects with confirmed central nervous system diagnosis was also examined (n=6). Descriptive statistics, Wilcoxon signed-rank and Mann-



BERGÞÓRA BALDURSDÓTTIR
SJÚKRAPJÁLFARI MSc
LANDAKOTI LSH
V/TÚNGÖTU

Whitney tests were used for analyses. A $p \leq 0.05$ was considered significant.

A significant improvement was observed in all measurements, before and after sensory training in training group 1, ($p \leq 0.001$). Training group 2 also improved significantly ($p \leq 0.05$), except on the ABC scale. Subjects with confirmed CNS diagnosis improved less, although significant progress was observed on SOT, normal walking and walking stairs ($p \leq 0.05$). No significant changes were observed in the control group during the waiting period. A significant difference was not observed between training group 1 and the control group at initial measurements.

The results of the study indicates that vestibular and somato-sensory training, as well as training of fall reactions, improves postural control and confidence in activities of daily living among elderly people. Thus, training that facilitates the sensory organs, which are important for postural control, should be the basis and

precursory to other balance training among the elderly. This type of training seems also to benefit individuals with confirmed CNS diagnosis.

INNGANGUR

Fjölmargar rannsóknir hafa sýnt fram á hagstæð áhrif reglubundinnar hreyfingar og þjálfunar á stöðustjórnun.^{4,6,17-20,31} Hins vegar hefur áhrifaríkasta þjálfunin í þessum tilgangi ekki verið skilgreind.⁴ Í þeirri rannsókn sem hér verður kynnt voru könnuð áhrif skynþjálfunar ásamt þjálfunar fallviðbragða á jafnvægi og öryggi hjá öldruðum einstaklingum með sögu um óstöðugleika, byltur og brot.

Jafnvægisstjórnun og öldrunarbreytingar

Stjórnun jafnvægis er flókið ferli samhæfðra hreyfinga sem miðast að því að halda þyngdarmiðju líkamans yfir undirstöðufleti í kyrrstöðu og á hreyfingu. Þessar hreyfingar byggjast á upplýsingum frá stöðu- og hreyfiskyni (somatic sensory system), jafnvægiskerfi innra eyra (vestibular system) og sjón (visual system). Miðtaugakerfið sér um úrvinnslu upplýsinganna og sendir síðan boð til vöðva sem bregðast við með samhæfðum hreyfingum.^{10,25}

Hrömunarbreytingar tengdar auknum aldri hafa fundist í öllum kerfum sem taka þátt í stöðustjórnun. Vitað er að titringsskyn³³ og stöðuskyn²⁸ í neðri útlimum minnkar með aldri og sérstaklega í tengslum við kölkun í æðum neðri útlima.²⁹ Minnkað titringsskyn í neðri útlimum hef-

ur verið tengt auknu stöðuvaggi hjá öldruðum^{13,21,23} og dettni.²² Aldraðir með minnkað titringsskyn hafa mun lélegri stöðustjórn heldur en aldraðir með eðlilegt titringsskyn og yngri einstaklingar. Auk þess er stöðustjórnunarmunstrið breytt. Þó svo aldraðir með minnkað skyn sýni betri stöðustjórnun þegar þeir hafa augu opin er jafnvægi þeirra mun lélegra heldur en hjá öldruðum með eðlilegt skyn. Sjón getur því ekki komið í staðinn fyrir minnkað skyn í neðri útlimum auk þess sem erfiðara er fyrir aldraða að nýta sér sjón til jafnvægisstjórnunar.¹² Kunnugt er að skynviðtökum í jafnvægiskerfi innra eyra²⁴ og taugaþráðum sem bera boð frá þeim² fækkar með auknum aldri. Þessar hrömunarbreytingar virðast gerast með nokkurri ósamhverfu. Slík ósamhverfa var mun tíðari meðal einstaklinga sem höfðu dottið og brotnað en voru heilbrigðir að öðru leyti.^{14,15} Misræmi í starfsemi hægra og vinstra eyra leiðir til truflaðra skilaboða frá jafnvægiskerfinu til stöðuvöðva sem leiðir til ómarkvissari fallviðbragða.^{15,32} Með aukinni þekkingu á stöðustjórnun, hafa augu manna opnast fyrir mikilvægi þess að beina þjálfun sérhæft og einstaklingsbundið að skynkerfum sem mikilvæg eru í stöðustjórnun.¹¹

Markmið

Markmið rannsóknarinnar var að kanna hvort unnt væri að minnka óstöðugleika og auka öryggi við athafnir daglegs lífs hjá öldruðum með örvun stöðu- og hreyfiskyns og jafnvægiskerfis innra eyra, auk þjálfunar fallviðbragða.

AÐFERDIR

Þátttakendur

Þátttakendur voru 43 eldri borgarar með fjölpættar sjúkdómsgreiningar sem komu í jafnvægismat og þjálfun hjá sjúkraþjálfara á Landspítala – háskóla-sjúkrahúsi Landakoti vegna óstöðugleika. Sex voru með staðfesta sjúkdómsgreiningu frá miðtaugakerfi, fjórir höfðu fengið

heilblóðfall, einn parkinsonsjúkdóm og einn hrönnun í litla heila. Inntökuskilyrði fyrir þátttöku í rannsókninni má sjá í töflu 1.

Tafla 1. Skilyrði fyrir þátttöku í rannsókn.

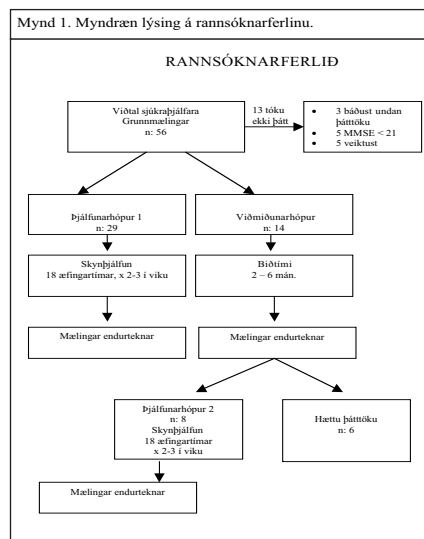
1) Geta staðið óstuddir í 2 mín.
2) Geta gengið án hjálpartækja eða við stuðning stafs/hækja
3) Finna til öryggis/óstöðugleika við athafnir daglegs lífs
4) Geta skilið og fylgt munnlegum og skriflegum fyrirmælum, MMSE minnispróf >21 stig

Upplýsingar um kyn og aldur þátttakenda má sjá í töflu 2. Rannsóknin

Tafla 2. Kynjaskipting, aldursdreifing og meðalaldur.

	Þjálfunarahópur 1 (n=29)	Viðmiðunarahópur (n=14)
Konur	24	12
Karlar	5	2
Meðalaldur	81,2	81,4
Aldursdreifing	70-88	70-93

hlaut samþykki siðanefndar Landspítala-háskólasjúkrahúss og var tilkynnt til Persónuverndar. Allir þátttakendur skrifuðu undir upplýst samþykki. Þátttakendur skiptust í þjálfunarahóp 1 (n=29) sem hóf þjálfun strax að loknum upphafs-



mælingum og viðmiðunarahóp (n=14) sem í voru einstaklingar sem biðu í tvo til sex mánuði eftir þjálfun vegna persónu- og/eða kerfisbundinna ástæðna. Öllum í viðmiðunarahópnum var boðin sama þjálfun og þátttakendum, að biðtíma loknum. Þeir sem gátu nýtt sér tilboðið mynduðu þjálfunarahóp 2 (n=8). Mynd 1 sýnir rannsóknarferlið.

Mælingar

Titringsskyn

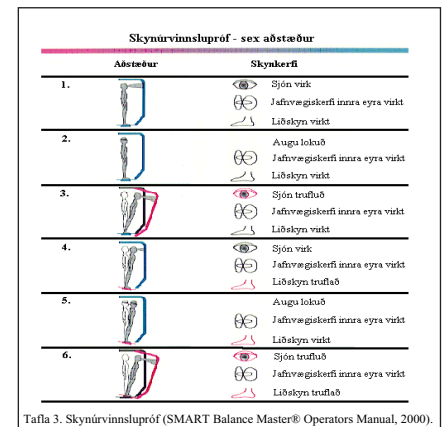
Titringsskyn í neðri útlimum var metið með tónkvísl, 128Hz. Gefin voru 1-3 stig eftir því hvort titringur fannst á grunni fyrsta framstarbeins 1, á miðlægum ökkla 2, eða á sköflungshnjóski 3.^{12,13}

Ganga á staðnum – stepping test

Samhverfa í starfsemi jafnvægiskerfis innra eyra var athuguð með göngu á staðnum prófi, sk. „Stepping test“.⁷ Þátttakendur stóðu berfættir á krossi sem merktur var á gólfíð. Augum var lokað og gengið á staðnum með hnélýftum í u.þ.b. 30 sekúndur.

Skynúrvinnsluþróf

Jafnvægisstjórnun var metin með skynúrvinnsluþrófi (Sensory Organization Test) í SMART Balance Master® (NeuroCom International Inc.). Í klefa er innbyggð kraftplata sem mælir lóðrétta og lárétta krafta frá fótum einstaklingsins og greinir þannig stöðuvagg hans. Skynúrvinnsluþrófið mælir stöðuvagg við sex



Tafla 3. Skynúrvinnsluþróf (SMART Balance Master® Operators Manual, 2000).

mismunandi aðstæður (tafla 3).²⁶ Samsett stig er vegið meðaltal stöðuvaggs úr öllum mælingunum.

Standa upp og setjast próf

Starfrænn styrkur í neðri útlimum var metinn með tímatöku við að standa upp og setjast fimm sinnum í röð.⁹

Þrjátíu metra ganga

Göngugeta var metin með tímatöku í 30 metra göngu með snúningi, fyrst á eðlilegum gönguhraða og síðan eins hratt og þátttakendur gátu.¹⁶

Stigaganga

Starfræn færni í stiga var metin með tímátöku við að ganga upp og niður 11 þrep.

ABC-sjálfsmatskvarði jafnvægis

Öryggi þátttakenda til að athafna sig í daglegu lífi án þess að missa jafnvægi eða detta var metið með stöðluðum ABC-sjálfsmatskvarða jafnvægis.²⁷ Einstaklingur metur öryggi sitt af prósentukvarða frá núlli upp í hundrað.

Skynþjálfun

Þátttakendur mættu í 18 þjálfunartíma, 2-3 sinnum í viku í u.þ.b. 45 mín. í hvert skipti. Byrjað var með upphitun á rafknúnu göngubretti og gerðar teygjur fyrir vöðva í neðri útlimum. Síðan tók við skynþjálfun og voru þátttakendur berfættir við framkvæmd hennar til örvunar skynvitundar í fótum. Æfingar voru gerðar á hörðu og mjúku undirlagi. Athygli þátttakenda var beint að þungadreifingu á il, stöðu og hreyfingum í neðri útlimum og líkamans í heild. Þjálfuð voru upp viðbrögð við hreyfingum á höfði með augu ýmist opin eða lokað, stöðustjórnun í kyrrstöðu og á hreyfingu, ásamt fallviðbrögðum. Stignun var í æfingunum með vaxandi kröfum rétt við eða ofan getumarka einstaklinganna en það krafðist næmni meðferðaraðila fyrir getustigi þeirra. Æfingar voru valdar af þar til gerðum æfingalista og þjálfunarinngríp hvers tíma skráð nákvæmlega.

Úrvinnsla gagna

Samsett stig skynúrvinnsluprófs, tímataka í standa-setjast prófi, venjulegri og hraðri 30 metra göngu og stigagöngu, ásamt stigum á ABC-sjálfsmatskvarða jafnvægis, voru borin saman fyrir og eftir skynþjálfun. Sömu breytur voru bornar saman hjá viðmiðunarhópnum fyrir og eftir biðtíma og hjá þjálfunarhópnum 1 og 2 við upphaf þjálfunar. Áhrif þjálfunar á þátttakendur með staðfesta sjúkdómsgreiningu frá miðtaugakerfi var einnig

könnuð. Notuð var lýsandi tölfræði, Wilcoxon signed-rank og Mann-Whitney próf. Stuðst var við tölfræðiforritið SPSS 11.0 og Microsoft Excel. Miðað var við marktæknimörk $p \leq 0.05$.

NIÐURSTÖÐUR

Flestir þátttakenda voru með skerðingu á titringsskyni, sjá töflu 4. Meirihluti þátttakenda snérist í göngu á staðnum prófi – stepping test sem benti til ósamhverfu í starfsemi jafnvægiskerfis innra eyra, sjá töflu 5.

Marktækur munur kom fram á niðurstöðum allra mælinga fyrir og eftir þjálfun hjá þjálfunarhópi 1 ($p \leq 0.001$). Engar

Tafla 4. Titringsskyn í fótleggjum.

	Þjálfunarhópur 1 (n=29)		Viðmiðunarhópur (n=14)	
	(n)	(%)	(n)	(%)
Skyn 1	4	13,8	3	21,4
Skyn 2	6	20,7	2	14,3
Skyn 3	19	65,5	9	64,3

Tafla 5. Snúningur á göngu á staðnum prófi - Stepping test.

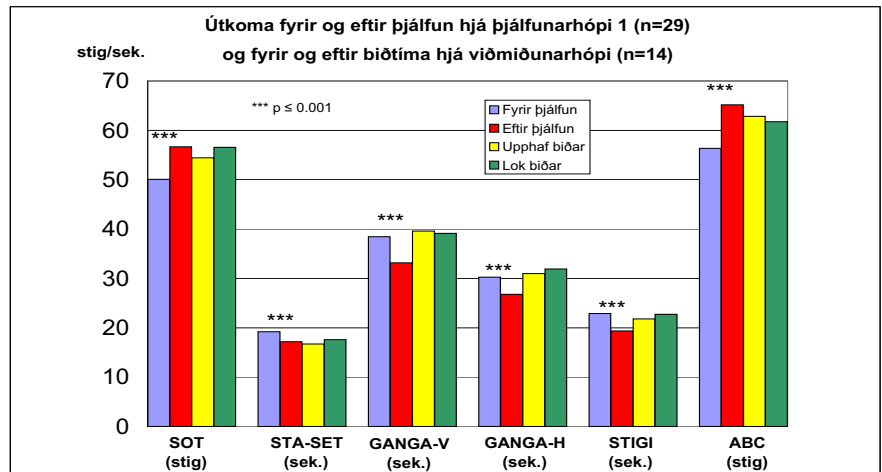
	Þjálfunarhópur 1 (n=29)		Viðmiðunarhópur (n=14)	
	(n)	(%)	(n)	(%)
Snúning	18	62,1	10	71,4
Enginn s	5	17,2	2	14,3
Röðu eki	6	20,7	2	14,3

marktækur breytingar komu fram á viðmiðunarhópnum á biðtímanum (Mynd 2).

Marktækur munur kom fram á niðurstöðum allra mælinga fyrir og eftir þjálfun hjá þjálfunarhópi 2 ($p \leq 0.05$), nema á ABC-sjálfsmatskvarða jafnvægis (Mynd 3).

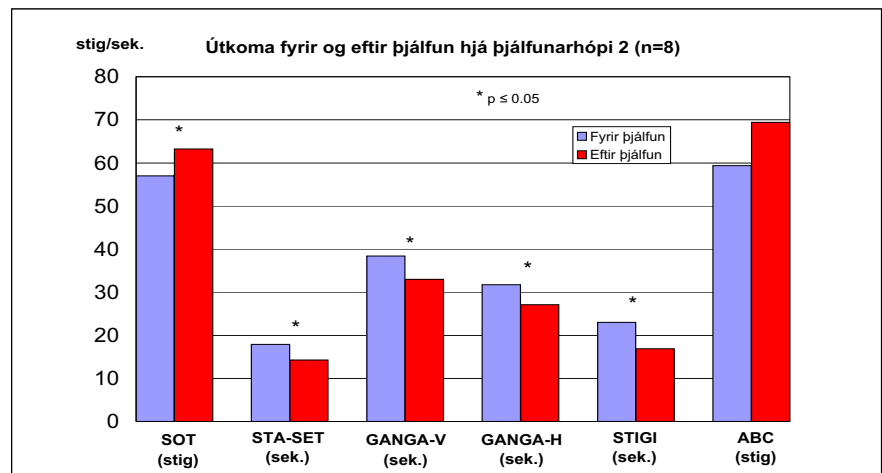
Þátttakendur sem voru með staðfesta sjúkdómsgreiningu frá miðtaugakerfi

Mynd 2. Niðurstöður mælinga fyrir og eftir skynþjálfun hjá þjálfunarhópi 1 og fyrir og eftir biðtíma hjá viðmiðunarhópi.



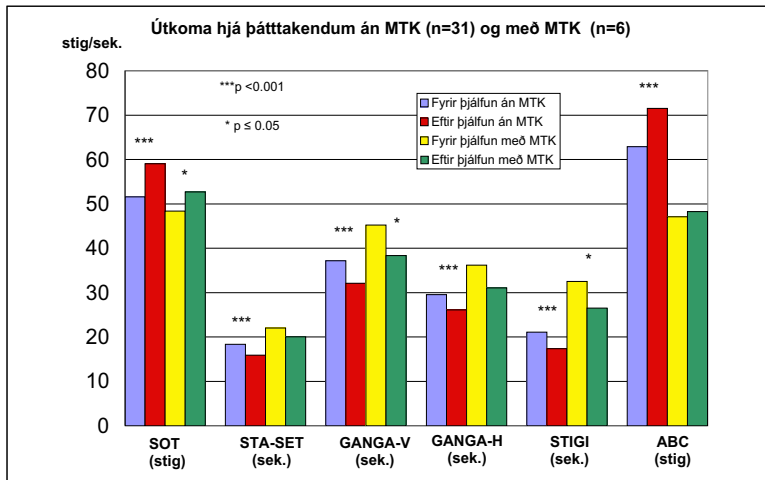
SOT = samsett stig skynúrvinnsluprófs. STA-SET = standa upp og setjast próf. GANGA-V = 30 metra ganga á venjulegum hraða. GANGA-H = 30 metra hröð ganga. STIGI = stigaganga, upp/niður 11 þrep. ABC = stig á sjálfsmatskvarða jafnvægis. *** $p < 0.001$ Wilcoxon signed-rank próf.

Mynd 3. Niðurstöður mælinga fyrir og eftir skynþjálfun hjá þjálfunarhópi 2.



SOT = samsett stig skynúrvinnsluprófs. STA-SET = standa upp og setjast próf. GANGA-V = 30 metra ganga á venjulegum hraða. GANGA-H = 30 metra hröð ganga. STIGI = stigaganga, upp/niður 11 þrep. ABC = stig á sjálfsmatskvarða jafnvægis. * $p < 0.05$ Wilcoxon signed-rank próf.

Mynd 4. Niðurstöður mælinga fyrir og eftir skynþjálfun hjá þátttakendum án og með staðfesta sjúkdómsgreiningu frá miðtaugakerfi.



MTK = miðtaugakerfi.

SOT = samsett stig skynúrvinnsuprófs. STA-SET = standa upp og setjast próf. GANGA-V = 30 metra ganga á venjulegum hraða. GANGA-H = 30 metra hröd ganga. STIGI = stigaganga, upp/niður 11 þrep. ABC = stig á sjálfsmatskvarða jafnvægis.

***p < 0.001 *p < 0.05 Wilcoxon signed-rank próf.

bættu sig minna, þó komu fram marktækar framfarir á skynúrvinnsuprófi, göngu á venjulegum hraða og stigagöngu ($p < 0.05$) (Mynd 4). Marktækur munur var ekki á hópunum við grunnmat og upphaf þjálfunar.

UMRÆÐUR

Fjöl margar aðferðir, bæði hlutlægar og huglægar eru fyrir hendi til að meta stöðustjórnun. Við val á greiningar- og mælitækjum var haft að leiðarljósi að þau gæfu heildrænar upplýsingar um starfshæfni skyn- og líkamskerfa sem mikilvæg eru í stjórnun jafnvægis, ásamt mati þátttakenda á eigin öryggi. Jafnframt að þau væru einföld, aðgengileg og fljótleg í notkun, auk þess að hafa verið notuð og viðurkennd á alþjóðavettvangi.

Þátttakendur í þessari rannsókn voru aldrei einstaklingar með sögu um óstöðugleika og byltur. Þeir voru með fjölþættar sjúkdómsgreiningar og margir þeirra höfðu beinbrotnað. Allir bjuggu þeir heima, voru með þokkalega hreyfifærni og fæstir höfðu mikið minnkaðan vöðvastyrk. Meirihluti þeirra var með skerðingu á titringsskyni og vísbendingu um vanstarfsemi í jafnvægiskerfi innra eyra. Stöðustjórnun byggist á virkri starfsemi skynkerfa og réttri svörun hreyfikerfis. Bæði kerfin gegna því lykilhlutverki í

líkamsstöðustjórnun. Ólíklegt verður að teljast að lélegur vöðvakraftur hafi verið meginorsök óstöðugleika og byltna hjá þátttakendum en líklegra að aldurstengdar breytingar í skynkerfunum hafi þar átt ríkan hlut að máli.

Æfingar í þessari rannsókn beindust að örvun skynkerfa sem tengjast stjórnun jafnvægis, þ.e. stöðuskyni í neðri útlímum og jafnvægiskerfi í innra eyra. Hugsunin að baki æfingunum var sú að örva og reyna að bæta nýtingu á því skyni sem enn var til staðar þrátt fyrir aldurstengdar breytingar, ásamt samþættingu skynkerfanna. Einnig að þjálfu upp markvissari fallviðbrögð til að gera einstaklingana hæfari til þess að bregðast við óvæntri jafnvægisröskun og forðast byltur.

Árangur skynþjálfunarinnar var mjög góður en þátttakendur bættu sig marktækt í öllum mælingum í kjölfar hennar. Betri frammistaða á skynúrvinnsuprófinu gefur til kynna árangursríka aðlögun skynkerfa einstaklinganna að því ytra áreiti sem skynþjálfunin veitti. Þjálfunin skilaði marktækri aukningu á starfrænum vöðvastyrk, þó áhersla hafi ekki verið lögð á beinar styrktaræfingar. Æfingarnar kröfðust hins vegar mikillar sívirkni og hreyfistjórnunar sem vissulega reynir mikið á vöðvakraft og samhæfingu. Skynþjálfun-

in bætti líka gönguhraða í stiga, ásamt gönguhraða í venjulegri og hraðri göngu. Nokkuð sem endurspeglar aukna snerpu, kraft og starfræna færni. Þjálfunin skilaði auknu öryggi þátttakenda við athafnir daglegs lífs en það getur skipt sköpum við að rjúfa vítahring hræðslu við að detta, kyrrsetu og vangetu. Meira öryggi getur leitt til aukinnar virkni sem bætt getur líkamlega getu og dregið úr líkum á byltum.

Niðurstöður þessarar rannsóknar líkjast hagstæðum áhrifum annarra þjálfunaraðferða sem beitt hefur verið sem krefjast hreyfistjórnunar og örva skynkerfi sem mikilvæg eru í stöðustjórnun. Má þar nefna hagstæð áhrif þjálfunar sem beinist að örvun jafnvægiskerfis innra eyra, Tai Chi og jóga.^{1,3,5,6,8,30,31,34}

Sex einstaklingar sem þátt tóku í skynþjálfuninni voru með staðfesta sjúkdómsgreiningu frá miðtaugakerfi sem ætla mætti að rýrt gæti hæfni þeirra til úrvinnslu skynupplýsinga. Ahygli vekur að þeir bættu sig marktækt á skynúrvinnsuprófinu, í 30 metra venjulegri göngu og í stigagöngu, þó framfarir hafi verið marktækt meiri hjá þátttakendum sem ekki voru með staðfesta sjúkdómsgreiningu frá miðtaugakerfi. Hér er um lítið úrtak að ræða en gefur engu að síður vísbendingu um gagnsemi skynþjálfunar fyrir þennan hóp sjúklinga.

Klínískur ávinningur

Í þessari rannsókn var beitt æfingum sem bættu umtalsvert stöðustjórnun, færni og öryggi sjúklinga á tiltölulega stuttum tíma. Þessi tegund þjálfunar skapar nýja hugsun hjá sjúkraþjálfurum og öðrum meðferðaraðilum á nauðsyn þess að örva skynkerfin sem grunn að öðrum meðferðarformum. Nokkuð sem þeir hafa verið lítt meðvitaðir um til þessa en gæti eftir til muna árangur meðferðar og bætt lífsgæði sjúklinga.

ÁLYKTUN

Niðurstöður rannsóknarinnar benda til þess að þjálfun sem beinist að örvun jafnvægiskerfis innra eyra og stöðu- og hreyfiskyns, auk þjálfunar fallviðbragða, bæti stöðustjórnun og öryggi hjá öldruðum. Þjálfun sem beinist að örvun skynkerfa sem mikilvæg eru í stöðustjórnun ætti að vera grundvöllur og undanfari annarra æfingaforma sem beitt er í jafnvægisþjálfun aldraðra. Þessi þjálfun virðist einnig gagnast þeim sem eru með staðfestar sjúkdómsgreiningar frá miðtauga-kerfi. Þetta þyrfti að rannsaka betur á stærri hópi sjúklinga og hugsanlega að gefa þeim lengri tíma í þjálfun.

Meistarnámsnefnd: Ella Kolbrún Kristinsdóttir leiðbeinandi, Hannes Petersen og Pálmi V. Jónsson

Meistararitgerðina má nálgast á heimasíðu sjúkráþjálfunar á Landakoti: www.landspitali.is

HEIMILDASKRÁ

1. Badke MB, Miedaner JA, Shea TA, Grove CR, Pyle GM. Effects of vestibular and balance rehabilitation on sensory organization and dizziness handicap. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 114 (1 Pt 1): 48-54, 2005.
2. Bergström B. Morphology of the vestibular nerve. II. The number of myelinated vestibular nerve fibers in man at various ages. *Acta Otolaryngol* 76 (2): 173-9, 1973.
3. Brown KE, Whitney SL, Marchetti GF, Wrisley DM, Furman JM. Physical therapy for central vestibular dysfunction. *Arch Phys Med Rehabil* 87 (1): 76-81, 2006.
4. Carter ND, Kannu P, Khan KM. Exercise in the prevention of falls in older people: a systematic literature review examining the rationale and the evidence. *Sports Med* 31 (6): 427-38, 2001.
5. Cohen HS, Kimball KT. Decreased ataxia and improved balance after vestibular rehabilitation. *Otolaryngol Head Neck Surg* 130 (4): 418-25, 2004.
6. Fong SM, Ng GY. The effects on sensorimotor performance and balance with Tai Chi training. *Arch Phys Med Rehabil* 87 (1): 82-7, 2006.
7. Fukuda T. The stepping test: two phases of the labyrinthine reflex. *Acta Otolaryngol* 50 (2): 95-108, 1959.
8. Gauchard GC, Jeandel C, Perrin PP. Physical and sporting activities improve vestibular afferent usage and balance in elderly human subjects. *Gerontology* 47 (5): 263-70, 2001.
9. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, Scherr PA, Wallace RB. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol* 49 (2): M85-94, 1994.
10. Johansson R, Magnusson M. Human postural dynamics. *CRC Crit Rev Biomed Eng* 18: 413-37, 1991.
11. Kristinsdóttir EK. Imbalance and fractures in the elderly. Effects of decreased vibration sensation and vestibular asymmetry. PhD thesis Medical Faculty, University of Lund Sweden, 2006.
12. Kristinsdóttir EK, Fransson P-A, Magnusson M. Changes in postural control in healthy elderly subjects are related to vibration sensation, vision and vestibular asymmetry. *Acta Otolaryngol* 121 (6): 700-6, 2001.
13. Kristinsdóttir EK, Jarnlo G-B, Magnusson M. Aberrations in postural control, vibration sensation and some vestibular findings in healthy 64-92-year-old subjects. *Scand J Rehabil Med* 29 (4): 257-65, 1997.
14. Kristinsdóttir EK, Jarnlo G-B, Magnusson M. Asymmetric vestibular function in the elderly might be a significant contributor to hip fractures. *Scand J Rehabil Med* 32 (2): 56-60, 2000.
15. Kristinsdóttir EK, Nordell E, Jarnlo G-B, Tjader A, Thorngren K-G, Magnusson M. Observation of vestibular asymmetry in a majority of patients over 50 years with fall-related wrist fractures. *Acta Otolaryngol* 121 (4): 481-5, 2001.
16. Kwon IS, Oldaker S, Schrage M, Talbot LA, Fozard JL, Metter EJ. Relationship between muscle strength and the time taken to complete a standardized walk-turn-walk test. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 56 (9): B398-404, 2001.
17. Li F, Harmer P, Fisher KJ, McAuley E. Tai Chi: improving functional balance and predicting subsequent falls in older persons. *Med Sci Sports Exerc* 36 (12): 2046-52, 2004.
18. Li F, Harmer P, Fisher KJ, McAuley E, Chaumeton N, Eckstrom E, Wilson NL. Tai Chi and fall reductions in older adults: a randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 60 (2): 187-94, 2005.
19. Liu-Ambrose T, Khan KM, Eng JJ, Janssen PA, Lord SR, McKay HA. Resistance and agility training reduce fall risk in women aged 75 to 85 with low bone mass: a 6-month randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 52 (5): 657-65, 2004.
20. Lord SR, Castell S, Corcoran J, Dayhew J, Matters B, Shan A, Williams P. The effect of group exercise on physical functioning and falls in frail older people living in retirement villages: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 51 (12): 1685-92, 2003.
21. Lord SR, Clark RD, Webster IW. Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *J Gerontol* 46 (3): M69-76, 1991.
22. Lord SR, Rogers MW, Howland A, Fitzpatrick R. Lateral stability, sensorimotor function and falls in older people. *J Am Geriatr Soc* 47: 1077-1081, 1999.
23. Lord SR, Ward JA. Age-associated differences in sensorimotor function and balance in community dwelling women. *Age Ageing* 23 (6): 452-60, 1994.
24. Merchant SN, Velázquez-Villasenor L, Tsuji K, Glynn RJ, Wall CR, Rauch SD. Temporal bone studies of the human peripheral vestibular system. Normative vestibular hair cell data. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 109: 3-13, 2000.
25. Nashner LM. Physiology of Balance, with Special Reference to the Healthy Elderly. In *Gait disorders of aging: Falls and therapeutic strategies*: 37-53, 1997.
26. Nashner LM, Peters JF. Dynamic posturography in the diagnosis and management of dizziness and balance disorders. *Neurol Clin* 8 (2): 331-49, 1990.
27. Powell LE, Myers AM. The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 50A: M28-34, 1995.
28. Skinner HB, Barrack RL, Cook SD. Age-related decline in proprioception. *Clin Orthop Relat Res* (184): 208-11, 1984.
29. Steinberg FU, Graber AL. The effect of age and peripheral circulation on the perception of vibration. *Arch Phys Med Rehabil* 44: 645-650, 1963.
30. Tsang WW, Hui-Chan CW. Effect of 4- and 8-wk intensive Tai Chi Training on balance control in the elderly. *Med Sci Sports Exerc* 36 (4): 648-57, 2004.
31. Tsang WW, Hui-Chan CW. Effects of tai chi on joint proprioception and stability limits in elderly subjects. *Med Sci Sports Exerc* 35 (12): 1962-71, 2003.
32. Vidal PP, de Waele C, Baudonniere PM, Lepecq JC, Ba Huy PT. Vestibular projections in the human cortex. *Ann N Y Acad Sci* 871: 455-7, 1999.
33. Wiles PG, Pearce SM, Rice PJ, Mitchell JM. Vibration perception threshold: influence of age, height, sex, and smoking, and calculation of accurate centile values. *Diabet Med* 8 (2): 157-61, 1991.
34. Wong AM, Lin YC, Chou SW, Tang FT, Wong PY. Coordination exercise and postural stability in elderly people: Effect of Tai Chi Chuan. *Arch Phys Med Rehabil* 82 (5): 608-12, 2001.



Suðurlandsbraut 34, 108 Reykjavík
Símar 520 0120 og 520 0130
sjukratjalfun@sjukratjalfun.is
www.sjukratjalfun.is

