

# Gönguhermir

## Þróun í takt við tímann

Tilgangur með þessari grein er að:

- ☞ segja frá þróun á nýju tæki fyrir börn og fullorðna með hreyfihamlanir,
- ☞ lýsa fræðilegum rökum fyrir þróunarvinnunni,
- ☞ segja frá stöðunni í dag og framtíðaráformum með tækið.

### Inngangur

#### Upphafshugmyndin

Hugmyndin að tæki sem hreyfir fætur barna með hreyfihömlun kviknaði þegar ég var í framhaldsnámi í barnasjúkraþjálfun í Bandaríkjunum á sínum tíma. Ég fékk þá hugmynd að ef börnin standa í standgrind sem leyfði breytilegan þungaburð þá gæti það verið áhrifaríkara fyrir þau. Ég lét smíða hreyfanleg standbretti og notaði þau í forrannsókn í meistaraverkefni mínu. Hvert tæki studdi vel við barnið um bol og mjaðmir. Það lyfti öðrum fæti barnsins upp (*e. hip elevation*) og síðan hinum, þannig að það var eins og barnið tvístigi á staðnum. Þetta er einföld hreyfing en ekki reyndist unnt að gera tæki sem leyfði flóknari hreyfingar. Eftir að ég flutti heim á ný varð ekki framhald á þróun tækisins.



FRUMGERÐ AF GÖNGUHERMINUM

#### Ný hugmynd og gangur verkefnis

Nokkrum árum seinna var ég hvött til að þróa hugmyndina áfram. Á þeim árum sem höfðu liðið frá smíði hreyfanlega standbrettisins, hafði þekking á hreyfiproska og hreyfistjórn barna aukist og komið fram nýjar hugmyndir um áherslur í þjálfun á stjórn hreyfinga. Einnig hafði orðið mikil



ÞJÓÐBJÖRG GUÐJÓNSDÓTTIR  
SÉRFRÆÐINGUR Í  
BARNASJÚKRAPJÁLFUN

tækniþróun sem gerði það mögulegt að þróa fullkomnara tæki heldur en það sem ég notaði í meistararannsókninni. Ég vildi helst fá tæki sem líkti eftir ganghreyfingum.

Ég fór í samstarf við verkfræðideild HÍ til þróa slíkt tæki. Verkefnið byrjaði vel. Einn sjúkraþjálfaranemi og tveir verkfræðinemar voru ráðnir í sumarvinnu til að byrja að vinna hugmyndina með mér og kennurum við verkfræðideildina. Útkoman varð skýrsla um tæki sem átti að gera nánari teikningar að síðar og smíða. Fyrir þennan hluta verkefnisins fékk hópurinn Hagnýtingarverðlaun Háskóla Íslands og nemarinnar okkar fengu Nýsköpunarverðlaun forseta Íslands. Einnig fengum við Jóna Guðný Arthúrsdóttir sjúkraþjálfari (sem var sjúkraþjálfarneminn í

verkefninu) viðurkenningu frá Félagi íslenskra sjúkraþjálfara fyrir verkefnið.

Ætlunin var að halda áfram með þróun tækisins í samstarfi við verkfræðideildina í HÍ. Sú samvinna gekk hinsvegar ekki sem leiddi til þess að ég fór í samstarf við verkfræðifyrirtækið Samey. Þar kom í ljós að útfærslan sem lögð voru drög að í háskólanum var bæði of flókin og dýr í framkvæmd og hentaði því illa. Sérfræðingar Sameyjar, undir forystu Haraldar Þorkelssonar verkfræðings, komu fljótt fram með aðra útfærslu sem lofaði góðu og í dag er til frumgerð af gönguhermi; tæki sem líkir eftir gönguhreyfingum. Það má geta þess að tækniþræðinemi sem vann að verkefninu á vegum Sameyjar gerði lokaverkefni um það við Háskólann í Reykjavík. Verkefnið hans hlaut viðurkenningu frá Tækniþræðingafélagi Íslands sem raunhæft og áhugavert verkefni sem var líklegt til að verða að einhverju meiru.

#### Fræðilegur bakgrunnur

Áhugi minn á því að fá tæki þar sem börnin taka mismunandi mikinn þunga á fætur og þar sem neðri útlimir fara í gegnum hreyfiferla sem líkjast einhvers konar gönguhring eru byggður á gagnreyndum upplýsingum um þroska stoð- og taugakerfis. Þessar upplýsingar bera allar að sama brunni sem er að hreyfing er mikilvæg fyrir eðlilegan þroska þessara kerfa.

#### Þroski stoðkerfis

##### Bein og beinþéttni

Vöxtur og lögun beina ræðst af erfðum, næringu og kröftum sem hafa áhrif á þau.<sup>1</sup> Þau svara stöðugt áreiti frá kröftum sem koma við vöðvavirkni og þungaburð.<sup>2</sup> Ganga eða þungaburður á útlimi og áttak vöðva valda áreiti á bein og hafa þar með áhrif á beinþéttni. Börn með mikla hreyfihömlun sem geta hvorki staðið né gengið óstudd fá ekki sjálf þennan mikilvæga

Þungaburð. Afleiðingin er minnkuð beinþéttni og hafa niðurstöður rannsókna staðfest það hjá börnum með CP.<sup>3-7</sup> Lág beinþéttni kemur fram hjá börnunum allt niður í tveggja ára og hún verður lægri miðað við normalgildi með hækkandi aldri.<sup>3,6</sup> Þróunin er þó ekki eins hjá fullorðnum þar sem beinþéttni minnkar með aldri og beinþynning verður. Börn með CP auka beinþéttni sína með aldri en mun minna en ófötlud börn þannig að munur á beinþéttni milli þessara hópa eykst og verður mest áberandi hjá þeim börnum sem eru mikið hreyfihömluð.<sup>8</sup> Orsakir fyrir lágri beinþéttni hjá þessum hópi barna hafa verið rannsakaðar og niðurstöður benda til margra orsakapátta. Göngugeta og næringarþættir eru taldir hafa mikil áhrif.<sup>3,6</sup>

Lág beinþéttni í börnum með hreyfihömlun getur leitt til hömlunar í athöfnum og takmörkunar í þátttöku vegna beinbrota.<sup>4-7</sup> Lærleggsbrot eru algengust. Flest brotin verða við daglega umönnun barnanna til dæmis þegar verið er að snúa þeim í rúmi, lyfta þeim frá rúmi í stól og svo framvegis.<sup>6</sup>

Meðferð við lágri beinþéttni er margþætt. Mælt með eftirliti með næringu þar sem áhersla er lögð á að fylgjast með kalk- og D vítamíninntöku. Í flestum leiðbeiningum um meðferð er mælt með að börnin séu látin standa og taka þunga á neðri útlími. Talið er að þungaburður hjá mikið hreyfihömluðum börnum viðhaldi beinþéttni, vinni á móti beinbrotum, seinki þróun á kreppum og auki styrk og þol í vöðvum sem halda líkamanum uppréttum. Standgrindur eru mikið notaðar fyrir börn sem hafa svo slaka hreyfistjórn að þau geta hvorki staðið né gengið óstudd. Í standgrindunum standa börnin með ytri stuðningi sem hægt er að laga á hverju barni fyrir sig. Þar sem þau eru upprétt fæst þungaburður á neðri útlími.<sup>9</sup>

Fáar rannsóknir hafa verið framkvæmdar um áhrif þess á beinþéttni, að standa í standgrind ákveðinn tíma á dag yfir nokkurra vikna tímabil. Niðurstöður hafa þó sýnt marktæka aukningu á beinþéttni ef börnin tóku þátt í prógrammi sem stóð í 8 vikur til 8 mánuði þar sem þau voru látin standa 2-5 sinnum í viku í 20-80 mínútur í hvert sinn.<sup>9-11</sup> Katz o.fl. sýndu fram á að börn með CP verða að standa í standgrind að minnsta kosti 7,5 klst á viku til að beinþéttni í fótum aukist. Ef þau standa 10 klst á viku í standgrind hefur það enn betri áhrif.<sup>12</sup>

Dýrarrannsóknir sýna að meiri aukning fæst á beinþéttni þegar þungi á bein kemur og fer, í stað þess að vera stöðugur.<sup>13-15</sup> Þessar rannsóknir urðu til þess að ég þróaði hreyfanlega standgrind og síðar gönguherminn. Standgrindurnar sem notaðar eru fyrir börn með CP eru flestar gerðar fyrir kyrrstöðu, það er börnin standa kyrr í þeim í ákveðinn tíma í einu. Ég taldi að tæki sem börnin standa í og gefur breytilegan þunga á fætur virkaði betur en venjulegar standgrindur. Í rannsókn minn þar ég meðal annars saman breytingar sem urðu á beinþéttni hjá fjórum börnum sem tóku þátt í átta vikna prógrammi þar sem þau stóðu í 30 mínútur daglega, fimm daga í viku. Tvö barnanna voru í venjulegri standgrind og tvö í hreyfanlegri standgrind. Niðurstöðurnar bentu til þess að beinþéttni getur aukist hjá börnum með alvarlegt CP þegar þau eru í hreyfanlegri standgrind ef þau eru í eðlilegu næringarástandi.<sup>16</sup>

### Form liðamóta og liðferlar

Form á liðamótum, vöxtur þeirra og heilbrigði brjóskis verður fyrir áhrifum af þrýstingi og hreyfingu milli beina. Þungaburður sem kemur og fer leiðir til heilbrigðs, þykks liðbrjóskis. Stöðugur þungaburður truflar eðlilega næringu, brjóskið getur eyðst (brjóskkeyðing verður) og leiðir til slitsjúkdóma. Hlutverk

hreyfingar er enn nokkuð óljóst fyrir þróun á lögum liða og heilbrigði brjóskis.<sup>1</sup> Það er heldur ekki vitað hversu mikla eigin virkni þarf til að fá góða stöðu á liðamót. Þó er vitað að bein og liðamót eru sveigjanleg því að hægt er að hafa áhrif á aflögun þeirra með íhlutun s.s. aðgerðum, gífsum og spelkum.<sup>17</sup>

Þegar börn standa í standgrind eða í svokallaðri standskel (spelkur sem ná upp á miðjan bol) er þrýstingur á einn lítinn flöt í liðunum. Bent hefur verið á að rétt sé að huga að tímalengd þess að standa í slíkum tækjum, einkum hjá börnum undir 3 ára aldri. Hugsanlega hefur það ekki góð áhrif að standa lengi í einu. Það er talið gott fyrir þróun liðamóta að tengja saman þungaburð og hreyfingu. Það myndi skapa góðan þrýsting sem dreifist yfir liðamótin.<sup>17</sup>

### Þroski miðtaugkerfisins Hreyfistjórn/hreyfiþroski

Þekking í taugavísindum og kenningar um eðlilegan hreyfiþroska móta hvaða áherslur eiga að vera í íhlutun. Tvær kerfakenningar, kenning kvikra kerfa (*e. Dynamic systems theory*) og kenningin um val á taugahópum (*e. Neuronal group selection theory*) hafa haft mikil áhrif á störf sjúkrapjálfa. Báðar kenningarnar ganga út frá því að hreyfiþroski sé ólínulaga ferli sem einkennist af sjálfskipulagningu margra kerfa líkamans og umhverfis.<sup>18,19</sup> Skipulagningin er drifin áfram af samspili milli þáttanna og af reynslu barnsins (*e. task specific experience*).<sup>17</sup>

Kenning kvikra kerfa lýsir hvernig barn nær tókum á nýrri getu (nær nýjum hreyfiþroskaáfangum) við það að eitt eða fleiri líkamskerfi þroskast. Það er litið svo á að þroskabreyting í líkamskerfi eins og miðtaugakerfi eða stoðkerfi breyti samspilinu á milli allra kerfanna og geri barninu mögulegt að ná tókum á nýrri athöfn. Breyttar umhverfisaðstæður geta einnig haft sömu áhrif. Þannig nær barnið tókum á að sitja, setjast upp, koma sér um á gólfi, standa upp og svo framvegis. Þetta gerist ekki umsvifalaust heldur gefa breyttar forsendur í líkamanum eða umhverfi barninu möguleika á að æfa nýja athöfn eða athafnir. Til að ná tókum á athöfn þarf að æfa hana endurtekið.<sup>18</sup> Bent hefur verið á að endurtekning á sömu hreyfingu leiðir þó aldrei til nákvæmlega sama hreyfimynsturs eða sömu hreyfiferla óháð hversu mikla æfingu, reynslu og færni maður hefur.<sup>20</sup> Rannsóknir á börnum sýna að þau nota t.d. margar aðferðir til að skrifa á maganum og til að sitja (breyta oft um stöðu fóta). Breytileikinn í framkvæmd er talin af hinu góða því börnin eru að koma sér upp mörgum aðferðum við framkvæmd einnar athafnar. Það eykur möguleika þeirra á að aðlaga hreyfingar að breytilegum umhverfisaðstæðum.<sup>19,20</sup>

Samkvæmt kenningunni um val á taugahópum er einnig litið á þroska sem afrakstur samspils milli kerfa líkamans og umhverfis. Kenningin byggir á staðreyndum sem koma úr rannsóknum á þroska miðtaugakerfisins.<sup>18</sup> Erfðaþættir eru taldir hafa mikið hlutverk samkvæmt þessari kenningu en kenning kvikra kerfa telur hlutverk erfða takmarkað.<sup>19</sup> Heilinn þroskast eftir erfðafræðilegri forskrift en þrátt fyrir það hafa rannsóknir á þroska hans komið fram með sterkari sönnun en áður, á tengingu á milli líkamlegrar virkni og þroskaferla hjá barni. Á fósturskeiði byrjar hvert barn lífið með miklu safni af taugafrumum sem fjölga sér, færast til í miðtaugkerfinu, vaxa, tengjast saman og mynda net af taugafrumum. Hluti af eðlilegum þroska heilans er að margar frumanna deyja og að sumar tengingar á milli fruma minnka eða eyðast. Samkvæmt dýrarrannsóknum getur hreyfing haft áhrif á frumutengingar

og frumudaða. Val á frumum sem mynda tauganet er byggt á reynslu (*e. experience-based selection*). Eigin hreyfingar barnsins og umhverfi styrkja taugatengingar meðan lítil notkun ýtir undir minni tengingar eða frumudaða.<sup>20</sup>

Eðlilegur þroski felst í því að koma sér mörgum hreyfiadferðum við hverja athöfn og að þróa með sér getu til að velja bestu aðferðina miðað við aðstæður hverju sinni.<sup>20</sup> Á hinn bóginn getur það verið merki um truflun í heilastarfsemi ef barn býr yfir fáum hreyfiadferðum eða á erfitt með að velja hreyfiadferð sem hentar aðstæðum.<sup>19</sup> Til dæmis er talið að fábreyttar hreyfingar hjá börnum með CP sé vegna minna úrvals í tauganetum eða skertri getu til að velja hreyfiadferðir.<sup>20</sup> Ef börn hafa minni möguleika á að hreyfa sig vegna hreyfihömlunar missa þau af tækifæri til að finna nothæfar hreyfalausnir og ekki verður hægt að koma í veg fyrir seinni tíma afleiðingar á til dæmis bein, liði og vöðva.<sup>17</sup>

### Breyttar áherslur

Kenningarnar og nýjasta þekking hafa haft áhrif á störf sjúkrahjálfa sem vinna með börn. Hreyfing er mikilvæg fyrir þroska stöð- og miðtaugakerfs. Af því leiðir að talið er mikilvægara en áður að börn með minni getu eða minni forsendur til að ná eðlilegum þroska fái snemmtæka íhlutun. Hún þarf að vera áköf (*e. intensive*) og færnimiðuð. Það þarf að leggja mikla áherslu á börnin séu sjálf virk og að þau endurtaki oft sjálf. Í dag byggist meðferð sjúkrahjálfa mun meira en áður á að yta undir eigin virkni barnsins til að það læri sjálft athafnir sem nýtast því í daglegu lífi. En við þurfum ef til vill að ganga lengra. Ulrich bendir á að við veitum leiðbeiningar heim til barnanna og til leikskóla/skóla. Leiðbeiningarnar felast vonandi í því að hvetja börnin til hreyfinga en einnig ráðleggjum við notkun á tækjum sem halda börnunum kyrrum þ.e. eru óvirk. Hér er átt við standgrindur, standskeljar raðgifsanir. Rök fyrir notkun á þessum tækjum eru til og rannsóknir sýna jákvæð áhrif á bein. En það er spurning hvort þessi áhrif séu á kostnað þróunar á taugastjórn á hreyfingum, hreyfingu í gegnum eðlilegan liðferil í liðamótum og áhuga barnsins til að hreyfa sig.<sup>17</sup>

Það er þó ekki vitað hve mikla þjálfun þarf til að fá bestan árangur til að bæta hreyfistjórn hjá ungum börnum. Hjá fullorðnum eykur þjálfun 3-4 sinnum í viku vöðvastyrk. Þjálfunin inniheldur margar endurtekningar og vaxandi móttöðupjálfun. En til að fá bestu mögulegu hreyfistjórn (áhrif á miðtaugakerfið) þarf miklu meiri þjálfun. Ófötluð börn endurtaka athafnir mjög oft til að ná tókum á þeim. Ulrich bendir á að í rannsókn Adolph og fl. kom fram að börn yngri en 3 ára taka 9000 skref á dag og gangi vegalengd sem er lengri en 29 fótboltavellir þegar þau eru að æfa göngufærni sína.<sup>17</sup>

Börn með CP hreyfa sig hægt og eyða mikilli orku við hreyfingar. Þau ná ekki að endurtaka eins oft og ófötluð börn þrátt fyrir hvatningu til hreyfinga heima/í skóla og stífa þjálfun. Undanfarin ár hafa sjúkrahjálfarar og aðrir verið hvattir til að hugsa um aðrar tækni- eða tækjalausnir þar sem börnin fá að setja þunga á útlími, eru virk og gera endurteknar hreyfingar sem teygja á liðböndum og setja liði í rétta stöðu með því að stjórna hreyfingu í gegnum liðferla sem skipta máli fyrir daglega færni. Þessi hvatning hefur komið fram á ráðstefnum, á fundum og í greinum. Til dæmis var mikið fjallað um færniþjálfun á börnum með CP í sérstökum tækjum (*e. robotic training*) á ráðstefnu American academy of cerebral palsy and developmental medicine (AAPDM) haustið 2010. Það eru

kominn fram tæki á markaðinn sem leyfa gönguhreyfingu á neðri útlími en þau hafa ekki náð mikilli útbreiðslu. Sum tækin eru svo stór að ekki er hægt að nota þau nema inni á stofnunum. En þegar börnin nota svona tæki til að æfa göngu, endurtaka þau hreyfinguna oft en venjulega. Einnig fá þau smástýringu við framkvæmd hreyfinga en verða samt að vera virk sjálf. Þau ná sennilega ekki mörg þúsund skrefum en það t.d. er ekki víst að það þurfi 9000 skref til að ná góðri stjórn á göngu. Hugsanlega munu færri skipti duga.

Þar sem börn með fatlanir alast upp heima hjá sér og fara í venjulega leikskóla/skóla er þörf á litlum tækjum til nota þar. Gönguhermirinn okkar er lítið tæki sem fær börnin til að taka þunga á liði og hreyfa liði fóta í gegnum liðferla.

### Lýsing á gönguherminum

Gönguhermirinn veitir barninu stuðning um bol og mjaðmir til að standa upprétt. Fætur er festir á plötur eða skíði og gefa því tækifæri til að „ganga“ í gönguherminum. Hreyfingar neðri útlíma líkjast gönguhringi mannsins og þar með fara liðir neðri útlíma í gegnum liðferla. En fæturnir sveiflast aldrei í loftinu þ.e. annar fótur er ekki á lofti meðan hinn ber þunga. Engu að síður er þunginn á fótunum breytilegur.

Tækið veitir börnum með mikla hreyfihömlun algjöra hjálp til að hreyfa sig og ætti að hafa jákvæð áhrif á þróun stöðkerfisins. Önnur útfærsla af tækinu er fyrir börn sem geta hreyft sig að einhverju leyti. Þau fá aðstoð til að „ganga“. Þannig er ýtt undir endurtekna virka hreyfingu í svipuðum ferli. Tækið er með nema sem nemur hvenær börnin eru virk og gerir þá ekkert. En um leið og barnið ræður ekki við hreyfingu í hluta ferils aðstoðar tækið það. Þegar barnið er fært um að hreyfa sjálft að einhverju leyti ætti tækið að hafa jákvæð áhrif á þroska miðtauga- og stöðkerfisins.

Búið er að sækja um einkaleyfi fyrir tæknilegri útfærslu á Gönguherminum. Hann er enn í þróun og þessa stundina er hópurinn að vinna að því að bæta stuðninginn við barnið, byggt á niðurstöðum prófana. Tækið verður tilbúið á næstu mánuðum og þá tekur við ferli þar sem rannsóknir á áhrifum þess verða gerðar. Ef áhrifin er jákvæð er einnig hægt að gera svipað tæki fyrir fullorðna með hreyfihamlanir.

### Þakkir

Nýsköpunarsjóður námsmanna (Rannís), Tækniþróunarsjóður (Rannís) og Samfélagssjóður Alcan á Íslandi hafa styrkt þetta nýsköpunarverkefni.

#### Heimildaskrá

- Gajdosik CG, Gajdosik RJ. Musculoskeletal development and adaptation. In Campbell S, Vander Linden DW, Palisano RJ, ritstjórar. Physical therapy for children. Philadelphia, W.B. Saunders Company 2006.
- Widmaier EP, Raff H, Strang KT. Vander, Sherman and Luciano's human physiology: the mechanism of body function. New York: McGraw-Hill; 2004.
- Shaw NJ, White CP, Fraser WD, Rosenbloom L. Osteopenia in cerebral palsy. Arc. Dis. Child. 1995;7:235-238.
- Henderson RC, Lin PP, Greene WB. Bone-mineral density in children and adolescents who have spastic cerebral palsy. J Bone Joint Surg Am. 1995; 71:671-1681.
- Wilmhurst S, Ward K, Adams JE, Langton CM, Mughal MZ. Mobility status and bone density in cerebral palsy. Arc.Dis Child. 1996;75:164-165.
- Henderson RC. Bone density and other possible predictors of fracture risk in children and adolescents with spastic quadriplegia. Dev Med Child Neurol. 1997;39(4):224-227.

7. Henderson RC, Lark RK, Gurka M J, Worley G, Fung EB, Conaway M, Stallings VA. Bone density and metabolism in children and adolescents with moderate to severe cerebral palsy. *Pediatrics*. 2002;110(1):1-10.

8. Henderson RC, Kairalla JA, Barrington JW, Abbas A, Stevenson RD. Longitudinal changes in bone density in children and adolescents with moderate to severe cerebral palsy. *J Pediatr*. 2005; 146(6):769-775.

9. Caulton M, Ward KA, Alsop CW, Dunn G, Adams JE, Mughal MZ. A randomized controlled trial of standing programme on bone mineral density in non-ambulant children with cerebral palsy. *Arch Dis Child*. 2004;89(2):131-135.

10. Stuberg WA. (1992). Considerations related to weight-bearing programs in children with developmental disabilities. *Phys Ther*. 1992;72(1):35-40.

11. Chad KE, Bailey DA, McKay HA, Zello GA, Snyder RE. The effect of a weight-bearing physical activity on bone mineral content and estimated volumetric density in children with spastic cerebral palsy. *J Pediatr*. 1999;135(1):115-117.

12. Katz D, Snyder B, Federico A, Dodek A, Zurakowski D, Connolly K. (2006) Can using standers increase bone density in non-ambulatory children? *AACPDM Abstracts, Dev Med Child Neurol Suppl*. 2006;48 s106

13. Lanyon LE, Rubin CT. Static vs. dynamic loads as an influence on bone remodeling. *J Biomech*. 1984;17(12):897-905.

14. Rubin CT, Lanyon LE. Regulation of bone formation by applied loads. *J Bone Joint Surg Am*. 1984;66-A(3):946-955.

15. Biewener AA, Bertram JEA. Structural response of growing bone to exercise and disuse. *J Appl Physiol*. 1994;76(2):946-955.

16. Björg Guðjónsdóttir; Mercer VS. Effect of Dynamic and static prone stander on bone density in children with CP. *Pediatr Phys Ther*. 2002;14(1):38-45.

17. Ulrich BD. Opportunities for early intervention based on theory, basic neuroscience, and clinical science. *Phys Ther*. 2010;90(12):1868-1880.

18. Campbell S. The child's development of functional movement. In Campbell S, Vander Linden DW, Palisano RJ, ritstjórar. *Physical therapy for children*. Philadelphia, W.B. Saunders Company 2006.

19. Hadders-Algra M. Variation and variability: Key words in human motor development. *Phys Ther*. 2010;90(12):1823-1837.

20. Vereikjen B. (2010). The complexity of childhood development: Variability in perspective. *Phys Ther*. 2010;90(12):1850-1859.



**Sjúkráþjálfun Styrkur  
Höfðabakka 9  
110 Reykjavík  
s: 587 7750**



**æfinga Stöðin**



**endurhæfing  
þekkingarsetur**

**Sjúkráþjálfun og ráðgjöf fyrir fatlaða.  
Kópavogsbraut 5-7 • 200 Kópavogur  
Sími 414 4500**

**SJÚKRÁÞJÁLFAFINN**



Sjúkráþjálfarinn ehf - Strandgötu 75 - 220 Hafnarfirði  
Sími: 555 4449 - Netfang: afgangi@sjukrathjalfarinn.is

**Sjúkráþjálfunin  
SPORTHÚSINU**