

Mynstur öndunarhreyfinga há sjúklingum með nýgreint slag

Background: Stroke patients often demonstrate difficulties in breathing during early rehabilitation, but few studies have addressed this problem.

Purpose:

To compare respiratory movement patterns in patients with acute hemispheric stroke to healthy individuals and compare respiratory movement patterns in patients with a left- versus right-sided stroke.

Material and Methods: Acute hemispheric stroke patients admitted to Landspítali University Hospital who had suffered a sequela so severe that they needed assistance from at least one person to perform activities of daily living were asked to participate. Exclusion criteria were: pulmonary diseases, congestive heart failure, severe aphasia, severe dementia, diseases other than stroke affecting mobility and former history of stroke of the contralateral side. Respiratory movement patterns were measured with Respiratory Movement Measuring Instrument (RMMI), measuring movements of thorax and abdomen. Their physical performance was assessed using the MAS-scale, their neglect was assessed using a letter-cancellation-test.

Results: Subjects were ^{18, 10} left hemiparesis (mean age 62.2±14.2 years) and 8 had right hemiparesis (mean age 65.1±8.9 years). The differences in age, BMI, number of days from insult to measurement and median score on MAS



GUÐBJÖRG ÞÓRA
ANDRÉSDÓTTIR
SJÚKRÁÞJÁLFARI
LSH/FOSSVOGI

were not significant. Respiratory rate in quiet breathing was regular, only one patient with right sided hemiplegia had irregular rate. During deep breathing the rate became irregular, particularly among those with left hemiparesis.

Six patients had irregular range of respiratory motion in quiet breathing, four of them had Cheyne-Stokes breathing. During deep breathing the range of respiratory motion was more irregular, particularly among those with left hemiparesis. The study group had significantly ($p=0.003$) more irregular range of respiratory motion during deep breathing than a control group of AS patients, but the irregularity in frequency of respiratory motion was not significant ($p=0.058$). The mean respiratory rate among stroke patients was significantly higher than among healthy people both during quiet ($p<0.03$) and deep breathing ($p=0.002$). The stroke patients had also significantly ($p<0.001$) reduced range of motion during deep breathing. No signi-

ficant differences were found between stroke groups (right and left sided hemiparesis) in respiratory rate, regularity/irregularity in frequency and range. Magnitude of range of respiratory motion was not compared between stroke groups due to the small sample size.

Conclusion: Many stroke patients in this study showed irregularity in frequency and range of respiratory motion, especially right hemispheric stroke. The mean respiratory rate was higher and the breathing shallower than among healthy controls, especially in deep breathing. This is the first indication of disturbed respiratory movement patterns after hemispheric stroke and a possible difference in the effects of right versus left hemispheric stroke on those patterns. Further studies are needed to draw more definite conclusions.

INNGANGUR

Afleiðingar slags geta verið mjög margvíslegar, allt eftir staðsetningu og stærð skaðans í heilanum. Sem dæmi um augljósar og vel þekktar afleiðingar má nefna máttminnkun í öðrum líkamshelm- ingi, skyntap, máltruflun, gaumstol og verkstol. Afbrigðileg og óregluleg öndunarmynstur sumra einstaklinga með slag, hafa vakið athygli mína og jafnframt að óreglulegt öndunarmynstur virðist frekar koma fram hjá þeim sem fá vinstri helftarlömum. Þeir eiga oft erfitt með að halda takti í öndunaræfingum og ná stundum illa að samhæfa öndun og hreyfingu, svo sem við að setjast upp.

Breytingar á öndun eftir slag eru þekktar^{15,18,22,25,31,33,34} en rannsóknir hafa einkum beinst að sjálfráðri öndun og kæfisvefni. Viljastýrð öndun og öndun í vöku virðist aftur á móti lítið hafa verið rannsökuð og sama má segja um mun á öndunarhreyfingum hægra og vinstra megin hjá sjúklingum með helftarlömum.

Truflun á skynúrvinnslu getur haft mikil áhrif á gang endurhæfingar hjá heilasköðuðum sjúklingum^{6,34}. Má þar nefna gaumstol (neglect) sem er algengara hjá þeim sem fá slag í hægra heilahveli^{3,10,16,21,26,28,36}.

Rannsóknir hafa sýnt að þeir sem fá gaumstol gengur verr í endurhæfingu, dvelja lengur á sjúkrahúsi og þurfa meiri aðstoð við athafnir daglegs lífs en hinir sem ekki fá gaumsto^{11,2,4,7,12,13,19,26,27,28,36}.

Öndun er fyrst og fremst stjórnað af öndunarmiðstöð í heilastofni, en rannsóknir hafa smám saman leitt í ljós að öndunarstjórnin er flókið samspil svæða í heilastofni og annara svæða í heilanum.^{31,32,35}

Stjórnsstöðvar ofan heilastofns gegna því hlutverki að aðlaga öndunina breytingum á innra og ytra umhverfi svo sem við hreyfingu, tjáningu, söng, að halda niðri í sér andanum, súrefnisskortri og fleira^{17,30,31}. Við fyrrnefndar athafnir eins og að tala, kyngja, syngja o.s.frv., verður að bæla þessa sjálfvirku taktföstu öndun og viðbrögð og viljastýring tekur við stjórninni^{8,9,14,17,20,24,31,32}.

Með rannsókninni var vonast til að fá svar við því hvort mynstur öndunarhreyfinga hjá slagsjúklingum sé truflað og hvort vert sé að gefa því meiri gaum með aukna skilvirkni í endurhæfingu í huga.

MARKMIÐ RANNSÓKNAR

Með rannsókn þessari var ætlunin að kanna þær tilgátur að mynstur öndunarhreyfinga slagsjúklinga (ferill, form, samhverfa og tíðni) væri frábrugðið mynstri heilbrigðra og að sjúklingar með vinstri helftarlömum væru með óreglulegra mynstur öndunarhreyfinga en þeir hægri helftarlömuðu, einkum að vinstri helftarlamaðir væru með óreglulegri tíðni í djúþöndun. Markmið rannsóknarinnar voru því að kanna hvort mynstur öndunarhreyfinga sjúklinga með nýgreint slag í öðru heilahveli væru:

1. eins og hjá heilbrigðum einstaklingum.
2. eins hvort sem slagið væri í vinstra eða hægra heilahveli.

AÐFERÐ

Þátttakendur voru 18 slagsjúklingar sem lagðir voru inn á taugalækningadeild LSH, Fossvogi, þar af voru 10 með skaða í hægra heilahveli og átta með skaða í vinstra heilahveli.

Skilyrði fyrir þátttöku var að slag leiddi til þess að þátttakandinn þyrfti aðstoð eins til tveggja einstaklinga við daglegar athafnir, á þeim tíma sem mælingin fór fram.

Einstaklingar með lungnasjúkdóma, hjartabilun, alvarlega heilabilun, alvarlegt málstol og aðra sjúkdóma sem áhrif hafa á hreyfifærni voru útilokaðir og jafnframt þeir sem höfðu sögu um fyrra slag í gagnstæðu heilahveli.

MÆLINGAR

Mælingar hófust ekki fyrr en lömum var hætt að versna og einstaklingar þöldu flutning úr rúmi í stól og yfir á meðferðarþekk. Mælingum hvers sjúklings var skipt á tvo daga.

Mat á líkamlegri færni.

Líkamleg færni var metin með Motor Assessment Scale (MAS-kvarða)⁵. Kvarðinn inniheldur mat á færni allt frá

því að snúa sér úr baklegu á hlið og vaxandi virkni upp í göngu og til fínhreyfinga handa. Hann er í 8 liðum og gefin eru 0-6 stig í hverjum lið, þar sem 6 er besta færni.

Mat á gaumstoli.

Gaumstol var metið með svokölluðu Stafaútstrikunarprófi (Random letter cancellation test). Prófið var á einu A-4 blaði sem þakið var 370 bókstövum, þar af voru 60 „A“ dreifð samhverft um blaðið^{11,16,23}. Sjúklingur var beðinn að draga hring um öll „A-in“. Flokkað var í gaumstol eða ekki gaumstol.

Öndunarhreyfingar.

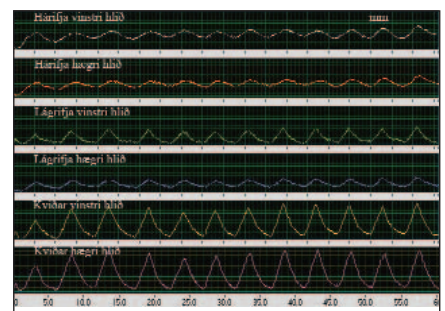
Öndunarhreyfingar þátttakenda voru mældar með ÖHM-Andra, 2. útgáfu.

Tækið er með 6 fjarlægðarskynjara sem mæla fram-aftur þvermálsaukningu við öndun á efri og neðri hluta brjóst-kassa og kvið bæði hægra og vinstra megin í sama andardrætti.

Mælingar á öndunarhreyfingum voru bornar saman við viðmiðunargildi 100 heilbrigðra einstaklinga á aldrinum 20-69 ára²⁹.

Mæld var hvíldaröndun í 2 mínútur og djúþöndun í eina mínútu.

Tölvuforrit ÖHM-Andra reiknar út öndunartíðni, meðaltal ferils, staðalfrávik og spönn öndunarhreyfinga á öllum 6 mælistöðum. Regla/óregla í hreyfiferli og tíðni var metin út frá línuritum sem prentuð voru út af skjámynd tækisins (mynd 1 og 2). Ritin voru flokkuð regluleg eða óregluleg í tíðni og hreyfiferli.



MYND 1. SKJÁMYND AF REGLULEGU RITI ÚR ÖHM-ANDRA. RITID SÝNIR DJÚÞÖNDUN Í EINA MÍNÚTU. REGLA ER Í TÍÐNI OG FERLI ÖNDUNARHREYFINGA



MYND 2. SKJÁMYND AF ÓREGLULEGU RITI ÚR ÖHM-ANDRA. RITIÐ SÝNIR DJÚPÖNDUN Í EINA MÍNÚTU. ÓREGLA ER Í TÍÐNI OG FERLI ÖNDUNARHREYFINGA.

Rannsóknin var samþykkt af Vísindasíðanefnd Landspítala og var tilkynnt til Persónuverndar. Sérstakt leyfi var fengið til að nota niðurstöður úr rannsókn á hryggiktarsjúklingum til samanburðar, vegna úrlesturs á reglu/óreglu í tíðni og ferli öndunarhreyfinga. Allir þátttakendur skrifuðu undir upplýst samþykki fyrir þátttöku.

Vinstri og hægri helftarlamaðir voru bornir saman með tilliti til aldurs, BMI, fjölda daga frá áfalli og öndunartíðni, notað var Mann-Whitney U próf.

Líkamleg færni hópanna var borin saman með kí-kvaðratsprófi.

Magn öndunarhreyfinga rannsóknarhópsins var borið saman við viðmiðunargildi heilbrigðra með Mann-Whitney prófi og öndunartíðni með t-prófi.

Regla/óregla í tíðni og ferli öndunarhreyfinga var borin saman milli:

1) hægri og vinstri helftarlamaðra með Fishers prófi

2) rannsóknarhópsins í heild (n=18) og hóps einstaklinga án taugasjúkdóms, með Fishers prófi.

Samhverfa í öndunarhreyfingum var metin með Wilcoxon signed rank prófi fyrir paraðar mælingar. Við úrvinnslu gagna var notað Excel forrit og tölfræðigreining var gerð með SPSS 11.0. Munur skoðast marktækur ef $p \leq 0.05$

NIÐURSTÖÐUR

Meðalaldur 18 þátttakenda sem uppfylltu inntökuskilyrði var $63,5 \text{ ár} \pm 11,9$ (spönn 42-83 ár) (5 kvk og 13 kk) og

meðal líkamsþyngdarstuðull eða BMI var $29,2 \pm 8$ (spönn 20,7-46,8).

Mælingar fóru að meðaltali fram $21,1 \pm 6,8$ degi eftir dagsetningu heilaslags.

Ekki var marktækur munur á vinstri og hægri helftarlömuðum hvað varðar, aldur, BMI og fjölda legudaga fram að mælingu.

Sjúklingar með kæfisvefn (n=7) eða mjög truflaðan svefn (n=2) í kjölfar slags voru níu, þar af átta með vinstri helftarlömun. Einn hafði fengið greininguna vægur kæfisvefn fyrir slagidd.

Hreyfifærni og gaumstol

Munur á hreyfifærni hægri og vinstri helftarlamaðra var ekki marktækur. Samkvæmt niðurstöðum úr stafaútsrikunarprófinu voru fjórir þátttakendanna með gaumstol, allir lamaðir í vinstri líkams-helmingi.

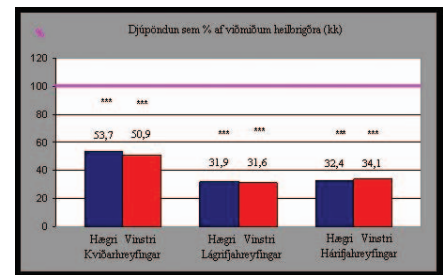
Öndunarhreyfingar

Í hvíldaröndun var tíðni og ferill öndunarhreyfinga óregluleg hjá 6 einstaklingum, (4 með Cheyne-Stokes öndun) og enn óreglulegri í djúpöndun, einkum hjá vinstri helftarlömuðum. Rannsóknarhópurinn (n=18) var með marktækt meiri óreglu ($p=0.003$) í djúpöndun í ferli öndunarhreyfinga en einstaklingar án taugasjúkdóms, en óregla á tíðni í djúpöndun var á mörkum þess að vera marktæk ($p=0.058$). Meðalöndunartíðni slagsjúklinga var marktækt örari en heilbrigðra í hvíld ($p<0.05$) og djúpöndun ($p<0.001$). Ferill öndunarhreyfinga var marktækt minni hjá einstaklingum með slag en heilbrigðum í djúpöndun ($p<0.001$) (mynd 3), ekki var marktækur munur í hvíldaröndun.

Ekki var marktækur munur á hægri og vinstri helftarlömuðum í öndunartíðni, reglu í öndunartíðni, reglu í ferli öndunarhreyfinga og magni öndunarhreyfinga.

Hreyfingar voru almennt samhverfar í hvíldar og djúpöndun, fyrir utan hárfja-

hreyfingar hjá hópnum með lömun í vinstri hlið. Þar var marktæk ósamhverfa ($p=0,028$)



MYND 3. FERILL ÖNDUNARHREYFINGA KARLA MEÐ SLAG, Í DJÚPÖNDUN SEM HLUFTALL AF FERLI ÖNDUNARHREYFINGA HEILBRIGÐRA KARLA. *** $P < 0,001$

UMRÆÐA

Könnuð voru tengsl líkamlegrar færni og öndunarmynsturs þar sem hugsanlegt var að meiri frávik væru í öndunarmynstri því lélegri sem líkamleg færni væri.

Svo reyndist þó ekki vera í þessari rannsókn, en hafa ber í huga að ekki var hægt að mæla öndunarmynstur á meðan á athöfnum stóð eins og til dæmis að setjast upp eða standa upp. Þeirri spurningu er því ósvarað hvort sjúklingar sem fengið hafa slag í heilahvel eiga í erfðleikum með að samhæfa öndunarhreyfingar og hreyfingar í athöfnum daglegs lífs

Ætlunin var að skoða hvort einhver tengsl gætu verið milli truflana á öndun og gaumstols. Ekki var reiknað út úr tengslum gaumstols og öndunarhreyfinga, þar eð ljóst var að stafaútsrikunarprófið greindi ekki alla sem voru augljóslega með gaumstol. Fjórir af þátttakendum voru með gaumstol samkvæmt stafaútsrikunarprófinu. Við athugun á færni í athöfnum daglegs lífs kom í ljós að fjórir til viðbótar voru með gaumstol.

Mikilvægt er fyrir frekari rannsóknir að notað sé umfangsmeira mat á gaumstoli og ef til vill að hluti þess meti persónulegt gaumstol.

Ljóst er af niðurstöðum að skaðar ofan öndunarmiðstöðvar í heilastofni hafa mikil áhrif á öndunarmynstur. Sjúklingar

með skaða í hægri heilahveli voru flestir með heldur stærri skaða en þeir með skaða í því vinstra. Hluti af skýringu á þessum mun, getur verið að einhverjir með stóra skaða í vinstra heilahveli hafi verið útilokaðir vegna málstols. Tíðni og ferill öndunarhreyfinga var oftast óreglulegur hjá þeim sem voru með skaða í hægri heilahveli. Mögulegt er að sá munur tengist mismunandi stærð skaðanna. Hins vegar er líka möguleiki að munurinn tengist hliðarmun í stjórn öndunar, eins og rannsókn Colebatch og félagi (1991) bendir til, en þeir mældu hliðarmun á aukningu á blóðflæði við viljastýrða innöndun. Í rannsókn þeirra var aukning á blóðflæði í hægri heilahveli við viljastýrða innöndun en ekki í því vinstra.

KLÍNISKUR ÁVINNINGUR

Niðurstöður rannsóknarinnar benda til að ástæða sé til að huga sérstaklega að þjálfun öndunarvöðva í endurhæfingu eftir heilaslag og að gefa styrk og stjórn bolvöðvanna meiri gaum. Máttminnkun sem virðist verða í innöndun svo og óreglulegur ferill og tíðni í viljastýrðri öndun hefur kannski meiri áhrif en menn vilja vera láta. Ætla má að hóstakraftur sé minnkaður og því aukin hætta á öndunarfylgikvillum, svo sem lungnabólgu. Þá er spurning hver áhrif minnkaðs krafts í bol og öndunarvöðvum geta verið á úthald og þreytu.

Fjöldi sjúklinga með skaða í hægri heilahveli, með kæfisvefn og/eða truflun á svefni er athyglisverður og bendir til að rétt sé að skima fyrir kæfisvefni fyrst eftir áfall.

Ávinningur slagsjúklinga af skimun á kæfisvefni og þá meðhöndlun þegar við á gæti orðið betri árangur í endurhæfingu og styttri sjúkráhusvist.

Rannsóknarniðurstöður vekja áhuga á að mæla styrk öndunar með MIP (maximal inspiratory pressure) og MEP (maximal expiratory pressure), hjá slagsjúk-

lingum í stærri hóp og bera saman við mælingar á mynstri öndunarhreyfinga. Einnig væri áhugavert að skoða hvort óregluleg öndunartíðni og óreglulegur ferill öndunarhreyfinga tengist kyngingarörðugleikum.

Vert væri að skoða í stærri hóp hvort munur er á framkomu kæfisvefns eftir því í hvoru heilahveli slag er staðsett.

ÁLYKTUN

Meginniðurstöður þessarar rannsóknar benda til að hjá sjúklingum með slag í heilahveli verði umtalsverðar breytingar á mynstri öndunarhreyfinga. Ferill og tíðni öndunarhreyfinga voru mjög óreglulegar og þá frekar hjá sjúklingum með skaða í hægri heilahveli.

Einnig var öndun grynri og öndunartíðni örari en hjá heilbrigðum, einkum í djúppöndun, sem bendir til að styrkur öndunarvöðvanna sé minnkaður.

Þetta er í fyrsta sinn sem vísbendingar koma fram um að mynstur öndunarhreyfinga sé truflað hjá sjúklingum eftir slag í heilahveli og að munur geti verið á slagsjúklingum eftir því í hvoru heilahvelinu skaðinn er. Hóparnir voru litlir og því þörf á frekari athugunum til að draga viðtækari ályktanir.

Meistaránámsnefnd: María Ragnarsdóttir leiðbeinandi, Elías Ólafsson og Haukur Hjaltason.

Heimildaskrá:

1. Azouvi, P., Olivier, S., de Montety, G., Samuel, C., Louis-Dreyfus, A., & Tesio, L. (2003). Behavioral assessment of unilateral neglect: Study of the psychometric properties of the catherine bergego scale. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(1), 51-57.
2. Azouvi, P., Samuel, C., Louis-Dreyfus, A., Bernati, T., Bartolomeo, P., Beis, J. M., et al. (2002). Sensitivity of clinical and behavioural tests of spatial neglect after right hemisphere stroke. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, 73(2), 160-166.
3. Bowen, A., McKenna, K., & Tallis, R. C. (1999). Reasons for variability in the reported rate of occurrence of unilateral spatial neglect after stroke. *Stroke: a journal of cerebral circulation*, 30(6), 1196-1202.
4. Buxbaum, L. J., Ferraro, M. K., Veramonti, T., Farne, A., Whyte, J., Ladavas, E., et al. (2004). Hemispatial neglect: *Subtypes, neuroanatomy, and disability. Neurology*, 62(5), 749-756.
5. Carr, J. H., Shepherd, R. B., Nordholm, L., & Lynne, D. (1985). Investigation of a new motor assessment scale for stroke patients. *Physical Therapy*, 65(2), 175-180.
6. Carr, J. H., & Shepherd, R. B. (2004). Stroke rehabilitation. guidelines for exercise and training to optimize motor skills. (1. útg.) Philadelphia: Butterworth-Heinemann.
7. Cherney, L. R., Halper, A. S., Kwassnica, C. M., Harvey, R. L., & Zhang, M. (2001). Recovery of functional status after right hemisphere stroke: Relationship with unilateral neglect. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(3), 322-328.
8. Cohen, E., Mier, A., Heywood, P., Murphy, K., Boulton, J., & Guz, A. (1994). Diaphragmatic movement in hemiplegic patients measured by ultrasonography. *Thorax*, 49(9), 890-895.
9. Colebatch, J. G., Adams, L., Murphy, K., Martin, A. J., Lammertsma, A. A., Tochon-Danguy, H. J., et al. (1991). Regional cerebral blood flow during volitional breathing in man. *The Journal of physiology*, 443, 91-103.
10. Farne, A., Buxbaum, L. J., Ferraro, M., Frassinetti, F., Whyte, J., Veramonti, T., et al. (2004). Patterns of spontaneous recovery of neglect and associated disorders in acute right brain-damaged patients. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, 75(10), 1401-1410.
11. Ferber, S., & Karnath, H. O. (2001). How to assess spatial neglect—line bisection or cancellation tasks? *Journal of clinical and experimental neuropsychology: official journal of the International Neuropsychological Society*, 23(5), 599-607.
12. Gialanella, B., Monguzzi, V., Santoro, R., & Rocchi, S. (2005). Functional recovery after hemiplegia in patients with neglect: The rehabilitative role of anosognosia. *Stroke: a journal of cerebral circulation*, 36(12), 2687-2690.
13. Gillen, R., Tennen, H., & McKee, T. (2005). Unilateral spatial neglect: Relation to rehabilitation outcomes in patients with right hemisphere stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(4), 763-767.
14. Haouzi, P., Chenuel, B., & Barroche, G. (2006). Interactions between volitional and automatic breathing during respiratory apraxia. *Respiratory physiology & neurobiology*, 152(2), 169-175.
15. Harper, R. M., Poe, G. R., Rector, D. M., & Kristensen, M. P. (1998). Relationships between hippocampal activity and breathing patterns. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 22(2), 233-236.
16. Hjaltason, H. (1997). Visual and tactile neglect. (Doctoral, Karolinska Hospital and Karolinska Institute).

17. Horn, E. M., & Waldrop, T. G. (1998). Suprapontine control of respiration. *Respiration physiology*, 114(3), 201-211.
18. Howard, R. S., Rudd, A. G., Wolfe, C. D., & Williams, A. J. (2001). Pathophysiological and clinical aspects of breathing after stroke. *Postgraduate medical journal*, 77(913), 700-702.
19. Katz, N., Hartman-Maeir, A., Ring, H., & Soroker, N. (1999). Functional disability and rehabilitation outcome in right hemisphere damaged patients with and without unilateral spatial neglect. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(4), 379-384.
20. Lanini, B., Bianchi, R., Romagnoli, I., Coli, C., Binazzi, B., Gigliotti, F., et al. (2003). Chest wall kinematics in patients with hemiplegia. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 168(1), 109-113.
21. Malhotra, P., Coulthard, E., & Husain, M. (2006). Hemispacial neglect, balance and eye-movement control. *Current opinion in neurology*, 19(1), 14-20.
22. Matthews, L. R. (1996). Cardiopulmonary anatomy & physiology. Philadelphia: Lippincott Raven-Publishers.
23. Mesulam, M. M. (2000). Principles of behavioral and cognitive neurology. Oxford: Oxford University press.
24. Nakayama, T., Fujii, Y., Suzuki, K., Kanazawa, I., & Nakada, T. (2004). The primary motor area for voluntary diaphragmatic motion identified by high field fMRI. *Journal of neurology*, 251(6), 730-735.
25. North, J. B., & Jennett, S. (1974). Abnormal breathing patterns associated with acute brain damage. *Archives of Neurology*, 31(5), 338-344.
26. Paolucci, S., Antonucci, G., Grasso, M. G., & Pizzamiglio, L. (2001). The role of unilateral spatial neglect in rehabilitation of right brain-damaged ischemic stroke patients: A matched comparison. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(6), 743-749.
27. Perennou, D. (2006). Postural disorders and spatial neglect in stroke patients: A strong association. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 24(4-6), 319-334.
28. Pierce, S. R., & Buxbaum, L. J. (2002). Treatments of unilateral neglect: A review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(2), 256-268.
29. Ragnarsdottir, M., & Kristinsdottir, E. K. (2006). Breathing movements and breathing patterns among healthy men and women 20-69 years of age. reference values. *Respiration; international review of thoracic diseases*, 73(1), 48-54.
30. Ramsay, S. C., Adams, L., Murphy, K., Corfield, D. R., Grootoank, S., Bailey, D. L., et al. (1993). Regional cerebral blood flow during volitional expiration in man: A comparison with volitional inspiration. *The Journal of physiology*, 461, 85-101.
31. Rochester, C. L., & Mohsenin, V. (2002). Respiratory complications of stroke. *Seminars in respiratory and critical care medicine*, 23(3), 248-260.
32. Ropper, A. H., & Brown, R. H. (Eds.). (2005). Adams & victors principles of neurology (8th ed.) McGraw-Hill.
33. Rowat, A. M., Dennis, M. S., & Wardlaw, J. M. (2006). Central periodic breathing observed on hospital admission is associated with an adverse prognosis in conscious acute stroke patients. *Cerebrovascular diseases (Basel, Switzerland)*, 21(5-6), 340-347.
34. Shumway-Cook, A., & Wollacott, M. H. (2001). Motor control: Theory and practical application. (2. útg) Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
35. Silverthorn, D. U. (2006). Human physiology. An integrated approach. (4. útg) Pearson Education. Benjamin Cummings.
36. Tham, K., & Tegner, R. (1997). Video feedback in the rehabilitation of patients with unilateral neglect. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78(4), 410-413.