

### AVALUACIÓ DE L'ACTIVITAT ELECTROMIOGRÀFICA DELS MÚSCULS DEL SÒL PELVIÀ DURANT LA REALITZACIÓ D'EXERCICIS POSTURALS AMB L'AJUDA DEL VIDEOJOC VIRTUAL WII FIT PLUS®. ANÀLISI I PERSPECTIVES EN REEDUCACIÓ

#### EVALUATION OF THE ELECTROMYOGRAPHY ACTIVITY OF PELVIC FLOOR MUSCLE DURING POSTURAL EXERCISES USING VIRTUAL VIDEO GAMES WII FIT PLUS®. ANALYSIS AND PERSPECTIVES IN REHABILITATION

B. Steenstrup<sup>a,\*</sup>, F. Giralte<sup>b</sup>, E. Bakker<sup>c</sup>, P. Grise<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Médipôle du Rouvray, 76800 Saint-Etienne-du-Rouvray, França; <sup>b</sup> Servei d'urologia, CHU de Rouen, 76000 Rouen, França;

<sup>c</sup> HE L de Vinci — IES Parnasse-deux Alice, 1200 Brussel·les, Bèlgica

\* Autor de correspondència: adreça electrònica: b.steenstrup@wanadoo.fr (B. Steenstrup)

<http://dx.doi.org/10.1016/j.purol.2014.09.046>

1166-7087/© 2014 Elsevier Masson SAS. Tots els drets reservats.

Rebut el 18 de juliol del 2014. Acceptat el 23 de setembre del 2014. Disponible a internet el 23 d'octubre del 2014.

#### RESUM

**Introducció.** L'objectiu d'aquest treball era avaluar l'efecte de la visualització de la postura i, per tant, de la consciència postural, en l'activitat bàsica dels músculs del sòl pelvià (MSP) enregistrada gràcies a una sonda vaginal per electromiografia de superfície (sEMG).

**Mètode.** Quatre pacients continents amb bona salut, capaces d'executar una contracció voluntària dels MSP, varen realitzar 2 sèries de 3 exercicis proposats pel programari Wii Fit Plus® a la Wii balance board® (WBB). La primera sèrie sense cap control visual; la segona, amb control visual de la postura i de l'activitat sEMG dels MSP. Al mateix temps, vàrem registrar les lectures sEMG dels MSP.

**Resultats.** El valor mitjà de l'activitat sEMG amb els MSP en repòs en bipedestació és de 2,87 mV, mentre que durant la contracció voluntària submàxima el valor mitjà puja fins a 14,43 mV (7,87–21,89). Durant la primera sèrie de 3 exercicis a la WBB (sense control visual), el valor mitjà augmenta de 2,87 a 8,75 mV (7,96–9,59). En executar els mateixos exercicis amb control visual, el valor mitjà augmenta de 2,87 a 11,39 mV (10,17–11,58).

**Conclusió.** La visualització de la postura amb l'ajuda de la WBB i de l'activitat sEMG dels MSP mentre es realitzen exercicis estàtics i dinàmics del programari Wii Fit Plus® podria fer augmentar l'activitat automàtica sEMG dels MSP en les dones capaces de fer contraccions voluntàries dels MSP.

**Nivell d'evidència.** 4.

**PARAULES CLAU:** Músculs del sòl pelvià. Electromiografia. Biofeedback. Postura. Wii Fit Plus®. Conscienciació.

#### SUMMARY

**Introduction.** The aim of this work was to evaluate the effect of postural awareness by using the Wii Fit Plus® on the quality of the baseline (automatic) activity of the pelvic floor muscles (PFM) measured by intravaginal surface electromyography (sEMG).

**Methods.** Four healthy continent female subjects, all able to perform a voluntary contraction, undertook 2 sets of 3 various exercises offered by the software Wii Fit Plus® using the Wii balance board® (WBB): one set without any visual control and the second set with postural control and sEMG visual feedback. Simultaneously, we recorded the sEMG activity of the PFM.

**Results.** Mean baseline activity of PFM in standing position at start was 2.87 mV, at submaximal voluntary contraction the sEMG activity raised at a mean of 14.43 mV (7.87–21.89). In the first set of exercises on the WBB without any visual feedback, the automatic activity of the PFM increased from 2.87 mV to 8.75 mV (7.96–9.59). In the second set, with visual postural and sEMG control, mean baseline sEMG activity even raised at 11.39 mV (10.17–11.58).

**Conclusion.** Among women able of a voluntary contraction of PFM, visualisation of posture with the help of the WBB and of sEMG activity of the PFM during static and dynamic Wii Fit Plus® activities, may improve the automatic activation of the PFM.

**Level of evidence.** 4.

**KEYWORDS:** Pelvic floor muscle. Electromyography. Biofeedback. Posture. Wii Fit Plus®. Awareness.

## INTRODUCCIÓ

El complex muscular perineal es compon majoritàriament de fibres musculars de tipus I de petit diàmetre, resistents a la fatiga i caracteritzades per contraccions voluntàries de baixa amplitud. Aquestes cèl·lules musculars presenten un període d'hiperpolarització postactivitat prolongat que limita la seva freqüència màxima de descàrrega (1). Aquestes especificitats anatòmiques i histològiques confereixen als músculs del sòl pelvià (MSP) un paper clau en el control de la micció (2) i de la defecació, en la sexualitat (3) i en el manteniment de l'estabilitat lumbopelvià (4,5). Per assegurar aquestes diferents funcions, els MSP s'activen a través dels sistemes motors somàtic i emocional (SMS i SME) (6). Aquestes diferents vies d'activació permeten una contracció voluntària a través del SMS lateral, mentre que el SMS medial permet un ajustament postural (*feedback*) durant els moviments axials. El SME lateral, al seu torn, assegura les contraccions preparatòries de la pertorbació imminent (*feedforward*) o ajustament postural anticipat (APA). Si la relació entre la pèrdua d'aquestes activacions posturals anticipatòries i la lumbàlgia crònica ha estat descrita abastament a la literatura per Hodges *et al.*, fou Smith qui va posar en evidència per primera vegada al 2007 el paper dels APA en el context de la incontinència urinària d'esforç (IUE) (7). Fruit d'aquests nous coneixements en l'àmbit de la fisiopatologia de l'IUE, Bakker *et al.* proposaren al 2008 un Model Funcional de la Continència, en el marc del tractament de l'IUE (8). L'observació de Capson *et al.* al 2011 d'una millor resposta automàtica dels MSP als canvis de posició de la regió lumbopelvià si el subjecte es troba en posició erecta (*self adjustment position*), per estabilització lumbopelvià, dona suport a aquesta hipòtesi (9).

Els videojocs de realitat virtual ofereixen enfocaments potencialment innovadors i encara poc estudiats. El concepte del programari de jocs Wii Fit Plus® es basa en idees que podrien afectar el camp de la reeducació (10): imatge al mirall, gratificació i estímuls en forma de valors numèrics durant la progressió dels resultats. Aquest joc proposa a més un treball interessant de càrrega cognitiva per repartiment entre bucle fònic i el registre visuoespacial (11). Hi trobem nombroses condicions que afavoriran un reclutament progressiu de l'activitat postural estàtica o dinàmica. Es podria promoure molt bé l'activitat de les neurones mirall amb aquest concepte en què un entrenador virtual mostra al llarg de tot l'exercici la postura que cal mantenir i el moviment que cal fer (postura d'enlairament i postura de l'arbre). En el tercer exercici proposat, es tracta d'un avatar (hula-hoop). Durant els exercicis, el pacient visualitza el seu centre de pressions (CdP) o l'activitat del seu avatar, que es basa alhora en l'enregistrament del CdP. Al final de cada exercici, el programari presenta resultats numèrics, amb un sistema de gratificació per punts i d'estímuls mitjançant comentaris que afavoreixen el compliment. Sabem que els MSP són modulats

pel sistema motor emocional (6) i que hi ha una gran cohesió en el concepte virtual d'aprenentatge motor. Les activitats lúdiques com el "hula-hoop" demanen a més una activitat dinàmica de la pelvis i de la regió lumbar, i afavoriran una activitat postural dinàmica dels MSP (12,13). Hem avaluat la contribució de la visualització per doble *biofeedback*: control de l'activitat dels MSP amb electromiografia de superfície (sEMG) i control del CdP de l'activitat postural. Podem esperar que aquesta visualització durant els exercicis de reeducació afavoreixi el procés de conscienciació d'una millor activitat postural dels MSP i dels músculs de la regió lumbopelvià en general.

## MÈTODE

Es tracta d'un estudi observacional preliminar, realitzat al setembre del 2013 al CHU de Rouen, França.

## PARTICIPANTS

Quatre dones continentals voluntàries, reclutades verbalment, no nul·líparas, amb edats entre 28 i 50 anys (mitjana = 42,7), pes de 48 a 68 kg (mitjana = 60 kg), alçada de 1,58 a 1,68 m (mitjana = 1,62 m) amb IMC de 19,5 a 24,1 (mitjana = 22,6), nombre de parts d'1 a 3 (mitjana = 2), totes per via vaginal, episiotomia 3, fórceps 2, sense cirurgia uroginecològica. Totes van respondre un qüestionari de salut general utilitzat rutinàriament al servei. No tenien historial de problemes neurològics, psiquiàtrics o gastroenterològics.

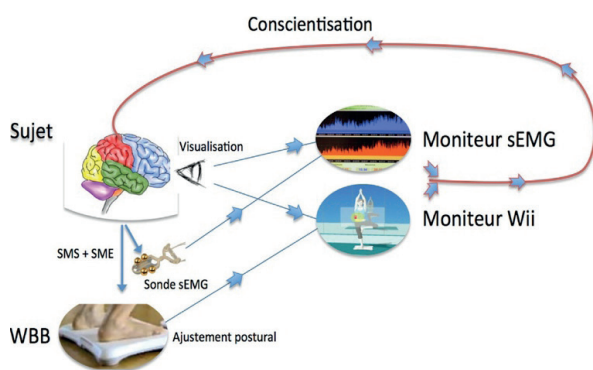
## PROTOCOL EXPERIMENTAL

Totes les participants van emplenar un formulari de consentiment lliure i informat per a un estudi biomèdic segons el codi francès de la sanitat pública. A cada participant se li ha col·locat per via vaginal, en una cambra aïllada del laboratori, una sonda vaginal de BFB (Perisize 4+©) amb l'ajuda d'un gel hipoal·lèrgic. Es tracta d'una sonda de 4 elèctrodes hemisfèrics independents orientats cap a darrere i el costat, connectada amb 4 connectors banana de 2mm. Aquesta sonda és una sonda no obturadora, per tal de limitar els artefactes causats pels augments de pressió endocavitària durant els exercicis (14). Diversos estudis han demostrat la fiabilitat de les lectures d'activitat sEMG dels músculs del sòl pelvià per elèctrodes de superfície (15,16). Junginger troba també en el seu estudi una forta correlació entre l'elevació del coll de la bufeta per ecografia i sEMG dels MSP (17). Es va col·locar un elèctrode de superfície de referència *snap Dura Stick Plus®* sobre el relleu ossi de la pelvis. La sonda vaginal i l'elèctrode de referència estan connectats a un aparell d'EMG de superfície, el Myotrack® (Thought Technology Ltd.) assistit pel programari INFINITY® (18) amb un calculador automàtic de lectura d'activitat sEMG dels MSP en microvolts per mitjana quadràtica (*root mean square [RMS]*) (19). La freqüència d'adquisició del Myotrack® és d'1 Khz, i el guany d'adquisició triat, de 0,5%. Per a les anàlisis, es va excloure el primer segon d'activitat

sEMG. En aquest estudi, hem calculat una mitjana dels 10 RMS de les contraccions submàximes de referència per comparar-les amb la mitjana de les activitats sEMG durant els exercicis posturals. Hem utilitzat la Wii Balance Board® (WBB), una plataforma de gran públic de lectura del centre CdP assistida per la consola de joc virtual Wii de Nintendo® i pel programari Wii Fit Plus®. La WBB permet un control dreta-esquerra i endavant-endarrere del CdP. El subjecte modificarà doncs la seva activitat postural [20] per visualització del seu centre de pressions (CdP) en un monitor de grans dimensions (640 x 400 mm). El programari Wii Fit Plus® proposa activitats posturals inspirades en el ioga [21] i la gimnàstica [22], així com videojocs controlats pel CdP (Fig. 1).

**Figura 1.**

Esquema del protocol experimental.



## PROTOCOL DELS EXERCICIS

Els participants es col·loquen en posició erecta sobre la WBB i realitzen, per transferències de pes en el pla horitzontal sobre els peus, exercicis seguint les instruccions d'un entrenador virtual. Les instruccions es presenten de manera doble: un text oral i escrit dona les instruccions dels moviments que s'han de seguir i simultàniament el participant veu com el model virtual realitza els moviments per col·locar-se en la postura. Per mantenir l'horitzontalitat necessària del plat de suport virtual, els participants han de repartir per força el pes del cos de forma homogènia, a la manera d'un plat de Freeman. El CdP es visualitza amb un punt vermell que cal mantenir dins d'una zona circular delimitada a la pantalla obtenint la menor desviació possible, com si es tractés d'una plataforma d'estabilometria [23]. Hem enregistrat les lectures sEMG de l'activitat dels MSP durant cada exercici. Hem mesurat l'activitat basal, l'activitat mitjana, i hem calculat el guany d'activitat mitjana. La recopilació de totes les dades s'ha fet durant un dia, dividit en 2 sessions de 3 hores amb 15 minuts de temps de repòs intermedi.

Cada exercici s'ha realitzat 5 vegades en 2 modes diferents: no visualitzat i visualitzat.

Mode no visualitzat: el subjecte, sobre la WBB® en mode off, intentava lliurement realitzar l'exercici instruït de manera oral pel terapeuta.

Cada exercici es repetia tot seguit en un mode visualitzat des de l'inici de l'exercici.

Mode visualitzat: el participant es col·loca sobre la WBB® en mode On, enfront dels monitors de la consola Wii i d'activitats sEMG dels MSP. El participant realitza l'objectiu proposat al monitor Wii amb simultàniament una visualització de la seva activitat sEMG dels MSP a la pantalla de control. Per la qualitat de realització del seu exercici en postura erecta, amb l'ajuda de la visualització *biofeedback* dels seus suports al terra (CdP), el participant observa l'augment de l'activitat automàtica sEMG dels MSP a la pantalla de control.

## DESCRIPCIÓ DELS EXERCICIS

Els participants han realitzat abans en bipedestació algunes contraccions analítiques voluntàries dels MSP amb sEMG, supervisats pel terapeuta, amb l'objectiu de normalitzar les dades [24]. A continuació han efectuat els exercicis proposats pel terapeuta en l'ordre següent:

- contraure el sòl pelvià i l'espínter anal 10 vegades seguides 6 segons, amb intervals de relaxació de 6 segons. No hi ha estudis de rendiment de força [25]: per determinar la contracció submàxima (CVS) voluntària, els participants han rebut la instrucció de contraure 10 vegades els MSP i l'espínter anal [26];
- posició de l'arbre. El terapeuta demana al participant que posi una planta del peu contra la cara interna de la cuixa contralateral, que encreui els dits amb les mans juntes, els índexs tensos davant del pit, i que estiri els membres superiors amb els índexs tensos cap amunt. Aquesta postura es manté durant 20 segons. Aquest exercici indueix una postura erecta. La postura erecta és una posició d'autoeixamplament amb alineació dels punts de referència anatòmics següents: tragus de l'orella, punta de l'acròmion, trocànter major, mal·lèol extern;
- postura d'enlairament. El terapeuta demana al participant que aixequi els braços amunt, els palmells endavant, que s'alci sobre les puntes dels peus i després que posi els braços tensos cap enrere en horitzontal, amb el dit polze cap amunt. La postura es manté durant 20 segons. Aquest exercici indueix una postura erecta;
- hula-hoop. El terapeuta instrueix al participant que adopti una postura erecta. A continuació demana al pacient que posi totes dues mans, amb els dits encreuats i els palmells cap amunt, davant seu. Després li demana que realitzi circum-

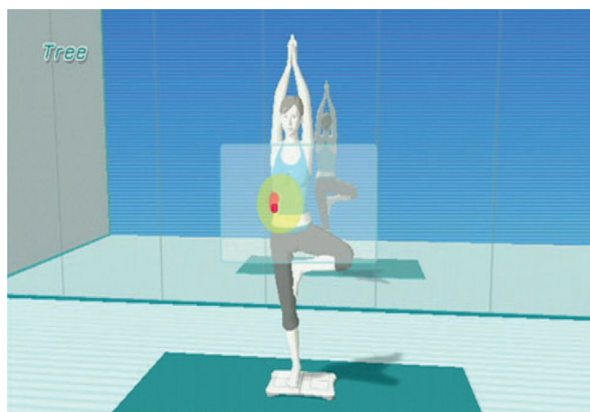
duccions de la pelvis en un sentit, com si tingués un cercol al voltant de la cintura, tal com es fa en el joc del hula-hoop. L'activitat es manté durant 20 segons.

En la segona sessió, els participants, dempeus de cara als monitors Wii i EMG han efectuat els exercicis proposats, aquesta vegada amb el programari Wii Fit Plus®. Aleshores es mostrava una visualització i per tant es produïa la conscienciació del participant de les activitats CdP + sEMG dels MSP;

- postura de l'arbre a la WBB® amb visualització sEMG dels MSP. Aquest exercici induïx una postura erecta (Fig. 2);
- postura d'enlairament a la WBB® amb visualització del CdP i de l'EMG dels MSP. Aquest exercici induïx una postura erecta;
- hula-hoop amb WBB® en postura erecta (Fig. 3).

**Figura 2.**

Postura de l'arbre.



**Figura 3.**

Exercici del hula-hoop.



**Taula 1.**

Resultats per electromiografia de superfícies (sEMG) de les activitats dels músculs del sòl pelvià (MSP) durant exercicis posturals no visualitzats i visualitzats.

Tipus d'exercici	Valors mitjans sEMG en mV	
	Posició sense visualització	Posició amb visualització
Bipedestació descans	2,87	2,87
Postura d'enlairament	7,96	10,17
Postura de l'arbre	9,59	12,44
Exercici del hula-hoop	8,71	11,58

## RESULTATS

En estació bípeda en repòs l'activitat sEMG dels MSP té un valor mitjà de 2,87 mV, entre 1,91 a 4,69 mV segons el participant (Taula 1). En realitzar contraccions submàximes dels MSP, el valor mitjà d'activitat sEMG trobat és de 14,43 mV, entre 7,87 i 21,89 mV segons el participant. Això equival a un percentatge de guany amb activitat mitjana dels MSP del 403%, amb valors que van del 307% al 514% [27]. Els percentatges de guany es calculen en percentatge en comparació amb l'activitat CVS.

Durant la postura d'enlairament el valor mitjà d'activitat sEMG dels MSP és de 7,96 mV, entre 3,12 i 12,16 mV, mentre que en la posició d'enlairament amb visualització trobem un valor mitjà d'activitat sEMG dels MSP de 10,17 mV, entre 4,12 i 14,98 mV. El guany d'activitat sEMG mitjà dels MSP durant la postura d'enlairament conscienciada i d'enlairament normal és doncs del +27% amb valors entre el 13,25% i el 36,4%.

Durant la postura de l'arbre, el valor mitjà d'activitat sEMG dels MSP és de 9,59 mV, entre 3,91 i 15,08 mV, mentre que en la posició de l'arbre amb visualització trobem un valor mitjà d'activitat sEMG dels MSP de 12,44 mV entre 5,44 i 19,59 mV. El guany d'activitat sEMG mitjà dels MSP durant la postura de l'arbre conscienciat enfront de l'arbre normal és doncs del +30%, amb valors entre el 22,8% i el 50,1%.

Durant l'exercici del hula-hoop, el valor mitjà d'activitat sEMG dels MSP és de 8,71 mV que va de 3,91 a 14,08 mV, mentre que durant l'exercici del hula-hoop amb visualització trobem un valor mitjà d'activitat sEMG dels MSP de 11,58 mV que va de 5,13 a 18,56 mV. El guany d'activitat sEMG mitjà dels MSP en hula-hoop conscienciat enfront del hula-hoop normal és doncs del +33%, amb valors entre el 10,4% i el 48,8%.



## DISCUSSIÓ

La tècnica de visualització per BFB en el marc de la reeducació dels MSP està àmpliament descrita, es realitza de manera clàssica amb el pacient estirat sobre una taula amb una sonda endocavitària o de superfície en un mode de contraccions voluntàries d'intensitat i longitud variables [28]. No hi ha unanimitat en la literatura, que informa d'un nivell d'evidència bastant baix. Les directrius de l'EAU 2013 estipulen també que l'associació de BFB aporta un millor resultat immediat, però la diferència no és duradora a llarg termini (NP1). En l'IU postprostatectomia els resultats són fins i tot contradictoris pel que fa a l'interès de l'associació de BFB o d'electrostimulació en comparació amb una reeducació dels músculs del sòl pelvià (RMPP) tota sola (NP2) [29].

El videojoc Wii Fit Plus® és una tècnica suau, motivadora, que inclou el concepte de teràpia amb el mirall gràcies a la visualització, accessible per a la majoria dels pacients. Els treballs de Wallet *et al.* mostren que els resultats obtinguts per realitat virtual són traslladables a les activitats de la vida quotidiana [30]. El programari proposa un sistema de gratificació i de resultats numèrics que tenen un impacte en la motivació i, per tant, en l'SME. No s'ha fet cap estudi, que en tinguem coneixement, en reeducació pelviperineal utilitzant la WBB® del programari Wii Fit Plus®. Seguint inicialment les indicacions del fisioterapeuta, el participant podrà després conscienciar-se de la qualitat del seu treball gràcies al *biofeedback* visual del seu CdP, fins i tot a domicili.

En el nostre estudi observacional hem quantificat l'activitat sEMG automàtica dels MSP durant la realització dels exercicis proposats pel programari, amb i sense visualització dels recolzaments al terra (CdP) i de les corbes sEMG dels MSP. La visualització, i per tant la conscienciació sobre les activitats posturals i sEMG dels MSP, milloren el reclutament dels MSP.

Les nostres observacions pel que fa a aquesta activació automàtica dels MSP durant exercicis físics estan en consonància amb les de Luginbuehl en cursa a peu [31], i posen en evidència una activitat no voluntària dels MSP en bipedestació, estàtica i dinàmica. Aquest mecanisme d'activació automàtica pot explicar la millora clínica observada en un grup de pacients postprostatectomia que havia seguit un programa exclusiu d'exercicis posturals d'estabilitat lumbopelvià [32]. Això sembla confirmar l'interès d'un enfocament postural i propioceptiu en reeducació pelviperineal, i la nostra reeducació ha de tendir doncs, després d'haver recuperat la contracció voluntària dels MSP, a la rehabilitació d'aquesta activitat postural automàtica més adaptada a la fisiologia muscular dels MSP.

Wulf *et al.* han descrit la millora dels processos d'aprenentatge i de rendiment gràcies a l'ús d'interfícies de retrocontrol [33]. En el nostre estudi hem observat efectivament una diferència en comparació amb l'activitat mitjana sEMG dels MSP durant l'execució dels exercicis amb o sense retrocontrol. La conscien-

ciació per vídeo activa demostra la contribució de la utilització d'aquestes tècniques d'aprenentatge visualitzant simultàniament la senyal de les fluctuacions del CdP i sEMG dels MSP. Aquesta conscienciació sembla restaurar una funció dels MSP més adaptada a la seva fisiologia muscular, i sembla també afavorir una plasticitat neuronal restauradora i una rehabilitació de les funcions corticals no compensatòries [34-36].

Malgrat els nostres resultats encoratjadors pel que fa a la utilització d'aquestes tècniques posturals utilitzant la conscienciació per vídeo activa, al nostre estudi hi ha biaixos: la petita mostra de població que impedeix qualsevol anàlisi estadística amb significació i la variabilitat d'èxit dels exercicis per a cada participant. Seria necessari procedir amb cohorts més importants de participants i realitzar enregistraments aleatoris en l'ordre de les sèries (amb i sense visualització) per estar segurs que les diferències observades estan ben connectades amb la visualització. Són necessaris altres estudis per confirmar si la reeducació postural amb retrocontrol podria completar de manera eficaç les tècniques de reeducació pelvià ja validades.

## CONCLUSIÓ

La visualització de la postura amb l'ajuda de la WBB i de l'activitat sEMG dels MSP en una petita cohort de participants mentre es realitzen exercicis estàtics i dinàmics del programari Wii Fit Plus® podria augmentar l'activitat automàtica sEMG dels MSP en les dones capaces de fer contraccions voluntàries dels MSP. Basant-nos en aquests resultats, estudiarem una atenció més global i completa de la reeducació de l'esfera pelviperineal amb una població més important.

## DECLARACIÓ D'INTERESSOS

Els autors declaren no tenir conflictes d'interès en relació amb aquest article.

## BIBLIOGRAFIA

1. Brading AF. The physiology of the mammalian urinary outflow tract. *Exp Physiol* 1999;84:215-21.
2. D'Amico SC, Collins WF. External urethral sphincter motor unit recruitment patterns during micturition in the spinally intact and transected adult rat. *J Physiol* 2012;108:2554-67.
3. Bump R, Norton PA. Epidemiology and natural history of pelvic floor dysfunction. *Obstet Gynecol Clin North Am* 1998;25:723-46.
4. Hodges PW, Sapsford R, Pengel LHM. Postural and respiratory functions of the pelvic floor muscles. *Neurourol Urodyn* 2007;26:362-71.
5. Pool-Goudzwaard L, Slieker ten Hove M, Vierhout ME, Mulder PH, Pool JJM, *et al.* Relations between pregnancy-related low back pain, pelvic floor activity and pelvic floor dysfunction. *Int Urogynecol J* 2005;16:468-74.

- Holstege G. The emotional motor system. *Eur J Morphol* 1992;30:67–9.
- Smith MD, Coppieters MW, Hodges PW. Postural activity of the pelvic floor muscles is delayed during rapid arm movements in women with stress urinary incontinence. *Int Urogynecol* 2007;18:901–11.
- Capson AC, Nashed J, McLean L. The role of lumbopelvic posture in pelvic floor muscle activation in continent women. *J Electromyogr Kinesiol* 2011;21:166–77.
- Bakker E, Fayt C. L'intérêt de la pro-synergie abdomino-pelvienne dans le cadre de la rééducation pelvienne pour l'UE. *Kinesither Sci* 2008;492:7–9.
- Saposnik G, Mamdani M, Bayley M, Thorpe KE, Hall J, Cohen LG, *et al.* Effectiveness of Virtual Reality Exercises in Stroke Rehabilitation (EVREST): rationale, design, and protocol of a pilot randomized clinical trial assessing the Wii gaming system. *Int J Stroke* 2010;51:47–51.
- Baddeley AD, Hitch GJ. Developments in the concept of working memory. *Neuropsychology* 1994;8:485–93.
- Marques J, Botelho S, Carvalho Pereira L, Lanza AH, Ferreira Amorim C, Palma P, *et al.* Pelvic floor muscle training program increases muscular contractility during first pregnancy and postpartum: electromyography study. *Neurol Urodyn* 2013;32:998–1003.
- Pedroti FJ, De Freitas CD, Wu LL. Development of the pelvic floor muscle strength after belly dancing exercises. *Kinesither Rev* 2010;97:21–6.
- Auchincloss C, McLean L. Does the presence of a vaginal probe alter PFM activation in young, continent women? *J Electromyogr Kinesiol* 2012;22:1003–9.
- Grape HH, Dederig A, Jonasson AF. Retest reliability of surface electromyography on the pelvic floor muscles. *Neurol Urodyn* 2009;28:395–9.
- Auchincloss CC, McLean L. The reliability of surface EMG recorded from the pelvic floor muscles. *J Neurosci Method* 2009;182:85–96.
- Junginger B, Baessler K, Sapsford R, Hodges P. Effect of abdominal and pelvic floor tasks on muscle activity, abdominal pressure and bladder neck. *Int Urogyn J* 2009;21(1):69–77.
- Schulze Burti J, Hacad CR, Zambon JP, Assis Polessi E, Almeida FG. Is there any difference in pelvic floor muscles performance between continent and incontinent women? *Neurol Urodyn* 2014, <http://dx.doi.org/10.1002/nau.22613>.
- Rett MT, Simoes JA, Herrmann V, Pinto CLB, Marques AA, Morais SS. Management of stress urinary incontinence with surface electromyography – assisted biofeedback in women of reproductive age. *Phys Ther* 2007;87:136–42.
- Berg P, Becker T, *et al.* Motor control outcomes following Nintendo Wii use by a child with Down syndrome. *Pediatr Phys Ther* 2012;241:78–84.
- McCaffrey R, Park J. The benefits of yoga for musculoskeletal disorders: a systematic review of the literature. *Yoga Phys Ther* 2012;2:122.
- Eun-Young K, Suh-yeop K, Duck-Won O. Pelvic floor muscle exercises utilizing trunk stabilization for treating postpartum urinary incontinence: randomized controlled pilot trial of supervised versus unsupervised training. *Clin Rehabil* 2012;26:132–41.
- Kapteyn TS, Bles W, Njikiktjien CJ, Kodde L, Massen CH, Mol JM. Standardization in platform stabilometry being a part of posturography. *Agressologie* 1983;24:321–6.
- Merletti R. Standards for reporting EMG data. *J Electromyogr Kinesiol* 1999;9:105–19.
- Stüpp L, Resende AP, Petricelli CD, Nakamura MU, Alexandre SM, Zanetti MR. Pelvic floor muscle and transversus abdominis activation in abdominal hypopressive technique through surface electromyography. *Neurol Urodyn* 2011;8: 1518–21.
- Block BFM, Sturms LM, Holstege G. A PET study on cortical and subcortical control of pelvic floor musculature in women. *J Comp Neurol* 1997;389:535–44.
- Batista RL, Franco MM, Naldoni LM, Duarte G, Oliveira AS, Ferreira CH. Biofeedback and the electromyographic activity of pelvic floor muscles in pregnant women. *Rev Bras Fisioter* 2011;5:386–92.
- Herderschee R, Hay-Smith EJ, Herbison GP, Roovers JP, Heijnen MJ. Feedback or biofeedback to augment pelvic floor muscle training for urinary incontinence in women. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;6:CD009252.
- Lucas MG, Bedretidnova D, Bosch JLHR, Burkhard F, Cruz F, Nambiar AK, *et al.* Guidelines on urinary incontinence. *Eur Assoc Urol* 2013;3(4):41–6.
- Wallet G, Sauzeon H, Rodrigues J, *et al.* Virtual real transfer of spatial learning: impact of activity according to the retention delay. *Stud Health Technol Inform* 2010;154:145–9.
- Luginbuehl H, Greter C, Gruenenfelder D, Baeyens JP, Kuhn A, Radlinger L. Intra-session test-retest reliability of pelvic floor muscle electromyography during running. *Int Urogynecol J* 2013;24:1515–22.
- Steenstrup B, Caremel R, Grise P. Rééducation postprostatectomie: analyse prospective de techniques non invasives. *Kinesither Rev* 2014;151:33–7.

33. Wulf G, Shea C, Lewthwaite R. Motor skill learning and performance: a review of influential factors. Blackwell Publishing Ltd, 2009. *Med Educ* 2010;44:75–84.
34. Fayt C, Bakker E. La plasticité cérébrale dans l'incontinence urinaire. *Kinesithérapie* 2011;81–82:109–10.
35. Tsao H, Galea MP, Hodges PW. Reorganisation of the motor cortex is associated with postural control deficits in recurrent low back pain. *Brain* 2008;131: 2161–71.
36. Di Gangi Herms AMR, Veit R, Reisenauer C, *et al.* Functional imaging of stress urinary incontinence. *Neuroimage* 2006;29:267–75.