



## **INFORME DE RESULTATS:**

Estudi de l'activitat muscular mitjançant l'electromiografia de superfície durant l'ús de davantals emplomats en personal sanitari

**- ESTUDI INICIAL -**

Departament I+D+i

Divisió de Serveis de Prevenció

Barcelona, març 2013

**AMB LA SALUT LABORAL,  
AMB LES PERSONES**

## Índex de continguts

---

1. Introducció.....	3
2. Descripció de l'estudi .....	4
3. Mètodes.....	5
3.1 Enquesta inicial .....	5
3.2 Selecció de la mostra i estratègia de mostreig.....	6
3.3 Materials i equip .....	8
4. Resultats .....	9
4.1 Valors representatius del registre.....	9
5. Conclusions.....	17
6. Referències .....	20

## 1. Introducció

---

El present informe de resultats correspon a la prova pilot de l'estudi *Electromiografia durant l'ús de davantals emplomats en personal sanitari* que MC MUTUAL ha desenvolupat en col·laboració amb l'Hospital Universitari de Bellvitge.

Els objectius generals de l'estudi són:

- Identificar els grups musculars que tenen un major protagonisme en aquesta tasca.
- Analitzar l'activitat muscular de l'esquena (zona dorsal i lumbar) i les extremitats inferiors durant l'adopció de diferents postures pròpies de les tasques de radiodiagnòstic fent ús del davantal protector de radiacions.
- Comparar diferents davantals i la seva influència en el comportament muscular en les tasques de radiodiagnòstic.

El plantejament de l'estudi sorgeix de la problemàtica existent en el personal sanitari dels serveis de radiodiagnòstic d'alguns centres hospitalaris. Aquest col·lectiu manifesta malestar i dolències musculoesquelètiques derivades de l'ús de davantals emplomats exposats a radiacions i ho atribueix al pes dels davantals de protecció radiològica.

Des del Servei de Prevenció de l'Hospital, es detecta la necessitat de comprovar la influència que tenen els diferents tipus i pesos de davantals existents en el comportament muscular dels treballadors. Aquest estudi es realitza a l'Hospital Universitari de Bellvitge i, per tal de valorar objectivament quins són els efectes que causa sobre el sistema musculoesquelètic, es decideix aplicar la tècnica de l'electromiografia de superfície (EMGS).

La EMGS de superfície és una tècnica no invasiva que permet mesurar el camp elèctric generat pel potencial d'acció d'un múscul i, d'aquesta manera, es quantifica l'exigència física que suposa una tasca per a un individu (s'observen quins músculs intervenen, els patrons de moviment adoptats, els esforços que realitzen i la fatiga que experimenten).



## 2. Descripció de l'estudi

---

### Descripció de l'estudi

**Tasca a analitzar:** Simulació d'una tasca d'angiografia amb la utilització d'un davantal de protecció.

**Material:** Una llitera (1,06 m d'altura), un carretó auxiliar (1 m d'altura) i els diferents davantals: El carretó auxiliar es va situar a 80 cm de la llitera en el pla posterior del subjecte.

Davantall 1: Pes 4,0 kg, protecció 0,35/0,25, una peça (ref. flors lila – Quiròfan Urgències).

Davantall 2: Pes 4,3 kg, protecció 0,35/0,25, dues peces (ref. lila – Servei Hemodinàmica)

Davantall 3: Pes 4,4 kg, protecció 0,35/0,25, dues peces (ref. ARD 6 – Servei Angioradio)

Davantall 4: Pes 6,1 kg, protecció 0,35/0,25, dues peces (ref. ARD 10 – Servei Angioradio)

**Recursos humans:** L'estudi l'han realitzat dos tècnics especialistes en Ergonomia del Departament de R+D+i en prevenció de MC MUTUAL (Yolanda Gallego i Elena Caballero).

**Metodologia:** S'ha utilitzat la tècnica de l'electromiografia de superfície (EMGS), tenint en compte la musculatura principalment implicada.

L'assaig s'ha distribuït en diferents tipus de tasques (deambulació, operacions en bipedestació amb pla frontal i operacions en bipedestació alternades amb girs), en les quals les variables de l'estudi han estat el tipus de davantal i el tipus de tasca.

**Data d'adquisició:** Es va realitzar en quatre dies, compresos entre els mesos de juny i novembre del 2011.

**Limitacions de l'estudi:** Els subjectes no tenen experiència en la tasca, amb la qual cosa pot existir un factor de coactivació muscular propi de l'aprenentatge motor. El subjecte 1 va consumir cafè abans d'iniciar l'estudi; els subjectes 1 i 2 es van registrar al juny, mentre que els subjectes 3, 4 i 5 van ser registrats al novembre, per la qual cosa la diferència en la temperatura ambiental pot tenir també repercussió en la resposta muscular. La diferència de pes entre els davantals 1, 2 i 3 no és significativa.

### 3. Mètodes

---

#### 3.1 Enquesta inicial

Per conèixer l'ús actual que fan els treballadors dels davantals i la manifestació de les seves dolències o molèsties derivades de les tasques realitzades, de les quals també formen part l'ús freqüent o ocasional dels davantals emplomats, es va sol·licitar la participació dels treballadors de les àrees de Quiròfan, DIVAS i Radiodiagnòstic per respondre una enquesta de forma anònima, a fi de realitzar una anàlisi prèvia de la situació.

Es van recollir un total de 50 enquestes amb la següent distribució segons servei: 12% Radiodiagnòstic, 8% DIVAS i 80% Quiròfans. El 76% dels enquestats indicaven una antiguitat de més de 10 anys en el lloc de treball.

Les conclusions d'aquesta enquesta van ser les següents:

- La majoria de treballadors (53%) utilitza un model concret de davantal tipus dues peces (armilla i faldilla). El segon model més utilitzat és de tipus bata amb protecció frontal (27%). La resta de treballadors utilitzen altres models de marques diferents.
- Un 78% dels treballadors afirma que pot alternar amb tasques que no requereixen de l'ús de davantal durant la jornada laboral, enfront d'un 22% que no. No obstant això, els professionals que indiquen que poden o no alternar postures (dempeus o assegut) es distribueixen en igual proporció (un 50% en cada cas).
- Els resultats indiquen que el col·lectiu amb major prevalença és el de Quiròfan, en torn de matí. Aquests professionals utilitzen principalment el model de 2 peces i, en menys ocasions, la bata amb protecció frontal.
- S'ha observat que existeix una falta de coneixement del nivell de protecció dels davantals emplomats que s'utilitzen (un 26% dels treballadors desconeix aquesta dada). No obstant això, el personal que coneix aquesta dada indica que usa protecció 0.50 principalment.
- La prevalença de molèsties musculoesquelètiques és elevada en el col·lectiu. Un 94% indica molèsties a la zona de l'esquena. En concret, reporten molèsties moderades o intenses: 48% en cervicals, 38% a la zona dorsal i 54% en la lumbar: Referent a les extremitats superiors i inferiors la prevalença és del 82%, si ens centrem en les molèsties de grau moderat o intens la distribució és la següent: 52% en espatlles, 18% en mans i 28% en genolls.
- La incidència del dolor sol aparèixer en la majoria dels casos (60%) en finalitzar la jornada.
- Malgrat l'elevada incidència de molèsties musculoesquelètiques, el 74% indica que no ha suposat cap dia de baixa mèdica en els últims 12 mesos, i el 64% que no té cap patologia musculoesquelètica mèdicament diagnosticada.

Cal destacar que la mostra de professionals que han respòs l'enquesta és molt baixa en relació amb els treballadors exposats i la majoria de respostes es concentren en el mateix servei, torn de treball i el mateix model de davantal. És molt difícil establir proves d'independència de les variables, correlacions i regressions de les dades que permetin aprofundir més en l'anàlisi.

### 3.2 Selecció de la mostra i estratègia de mostreig

L'estudi inicial es va dur a terme simulant una operació d'angiografia en una sala mèdica i es van realitzar registres en 5 subjectes de les característiques següents:

- Subjecte 1: Talla 168 cm. Pes 54 kg. IMC 19,13 (normopès). Sexe femení.
- Subjecte 2: Talla 170 cm. Pes 60 kg. IMC 31,63 (obesitat). Sexe femení.
- Subjecte 3: Talla 155 cm. Pes 76 kg. IMC 20,76 (normopès). Sexe femení.
- Subjecte 4: Talla 165 cm. Pes 66 kg. IMC 24,24 (normopès). Sexe femení.
- Subjecte 5: Talla 169 cm. Pes 72 kg. IMC 25,21 (sobrepès). Sexe femení.

Es va proporcionar als treballadors un consentiment informat sobre l'estudi i un qüestionari de simptomatologia musculoesquelètica.

A fi de centrar l'estudi en les variables que ens interessa analitzar:

- Tipus de tasca.
- Tipus de davantal (4 models).

Es va intentar estandarditzar al màxim la resta de paràmetres que poden intervenir en el registre de l'activitat muscular. Per això, es van donar instruccions clares als treballadors sobre els tipus de tasques que interessava representar, es va delimitar la zona dels desplaçaments i, finalment, es van establir unes pautes en el registre temporal amb cada davantal, tal com es pot observar a continuació:

#### Tasca 1: Deambulació durant 1 min.



**Tasca 2: Simulació tasques d'angiografia sobre pla frontal durant 4 min. Posició bipedestació, tasca bimanual.**



**Tasca 3: Simulació tasca angiografia en pla frontal durant 3 min i abast a material en taula auxiliar (situada darrera a 80cm) cada 30 seg. Posició bipedestació, tasca bimanual.**



Prèviament es va fer el registre de les tasques sense davantal. Per a cada davantal es va fer el registre de les 3 tasques indicades per procedir, de la mateixa manera, amb resta de davantals. Entre cada tasca i davantal es va efectuar un descans d'uns minuts per permetre la recuperació muscular.

Es va iniciar l'estudi amb la preparació de l'individu, la col·locació dels elèctrodes i l'adquisició de les MVC (*maximum voluntary contraction*) de la musculatura seleccionada

### **Musculatura registrada**

#### **Hemicòs dominant (el dret en tots els individus)**

Trapezi ascendent (TA) – Canal 1

Paravertebrals (PV) – Canal 2

Oblic extern (OE) – Canal 3

Quàdriceps (CD) – Canal 4

Bessó intern (GI) – Canal 5

La col·locació dels elèctrodes es va efectuar d'acord amb el protocol establert per SENIAM (*Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles project of the European Union*) i seguint les pautes indicades en *Introduction to Surface Electromyography*, de R. Cram i S. Kasman.

Seguidament es va procedir a l'adquisició dels registres de cadascuna de les tasques definides.

### **3.3 Materials i equip**

**Registre de l'activitat muscular:** Es va utilitzar l'electromiògraf Datalog Biometrics de 8 canals, que incorpora sensors bipolars de superfície amb una distància entre elèctrodes de 20 mm (EMG pre amplifier SX230). El registre es va efectuar amb una freqüència d'adquisició de 1000 Hz.



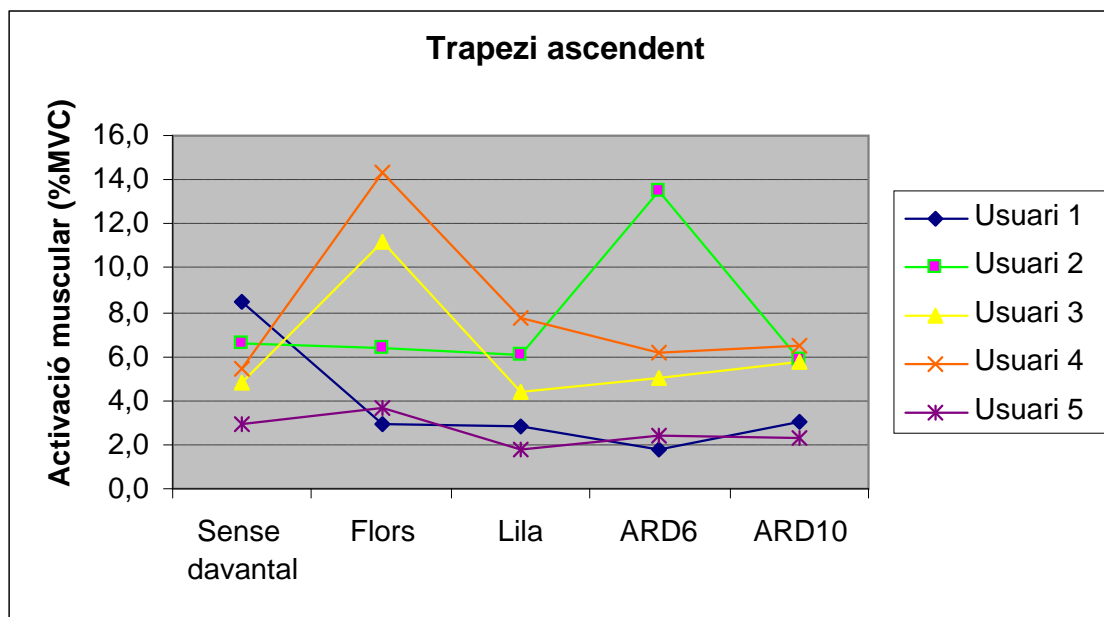
## 4. Resultats

### 4.1 Valors representatius del registre

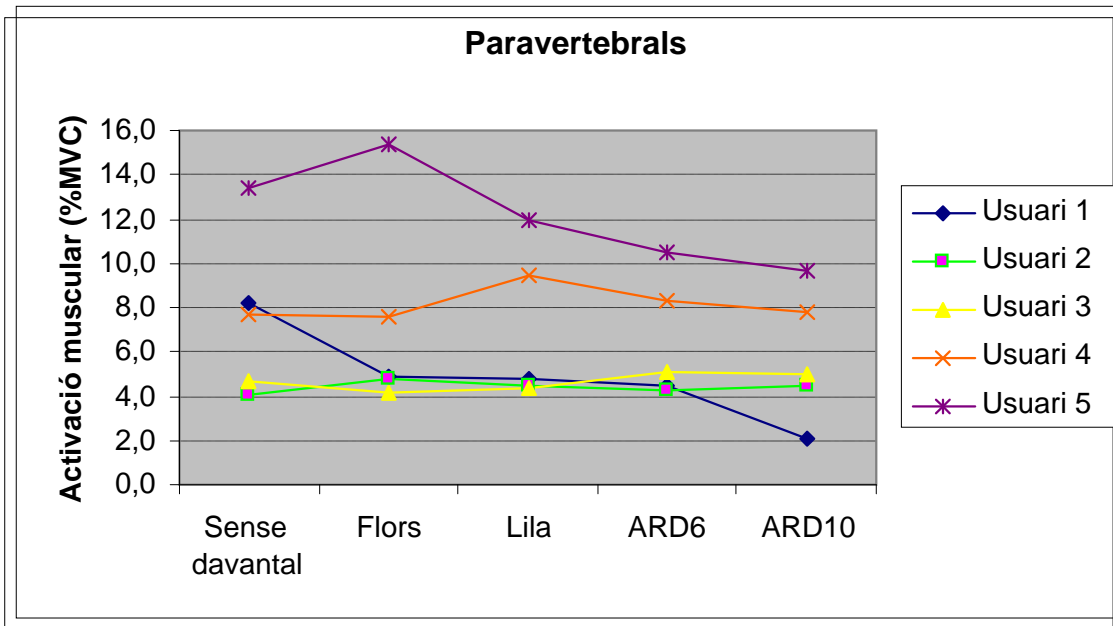
Per a l'anàlisi de resultats s'ha realitzat un processament del senyal: rectificat i suavitzat aplicant RMS (*Root Pixen Square*) amb una finestra de 100 ms, els valors s'han normalitzat respecte a la CVM de cada múscul.

A continuació es mostren, en les següents taules, els valors representatius dels registres obtinguts per a cada tasca, en els quals s'aprecia l'activació muscular per a cada subjecte i davantal. Els valors representen els valors mitjans del percentatge d'activitat muscular registrada respecte a la MVC de cada musculatura. El % d'activitat muscular respecte a la màxima capacitat de realitzar força de cada múscul és un valor indicatiu de la sobrecàrrega a la qual pot estar sotmès en les diferents tipus de tasques analitzades.

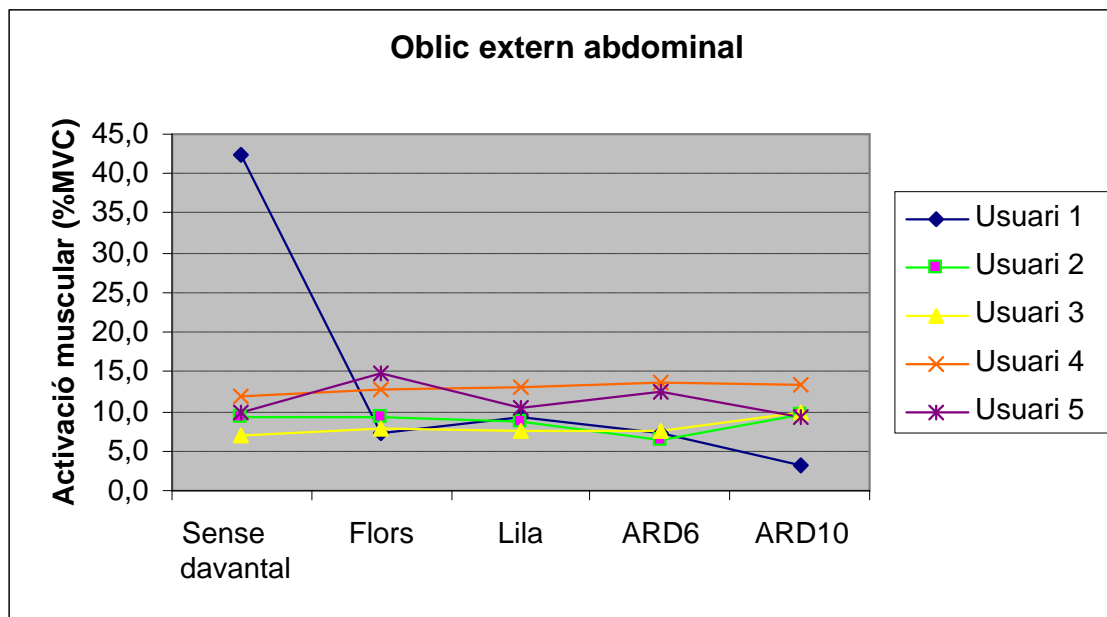
#### Tasca 1: Deambulació (durant 1 min)



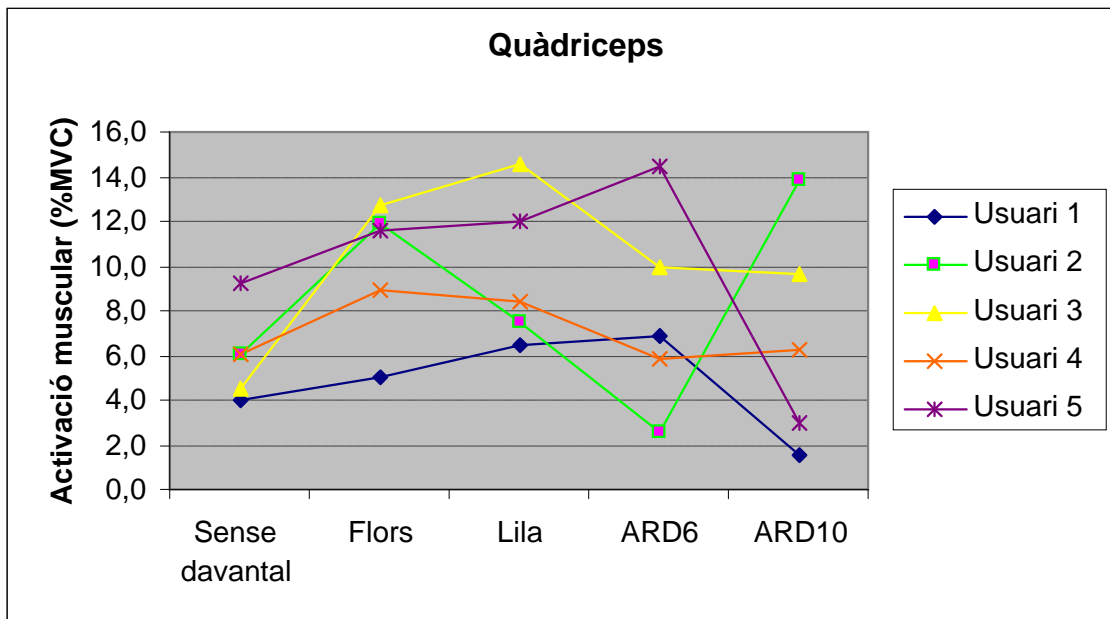
Cada usuari mostra un patró diferent en tendència i intensitat per a la mateixa tasca i els diferents davantals. No s'observa una correlació entre el %MVC i el pes-tipus de davantal.



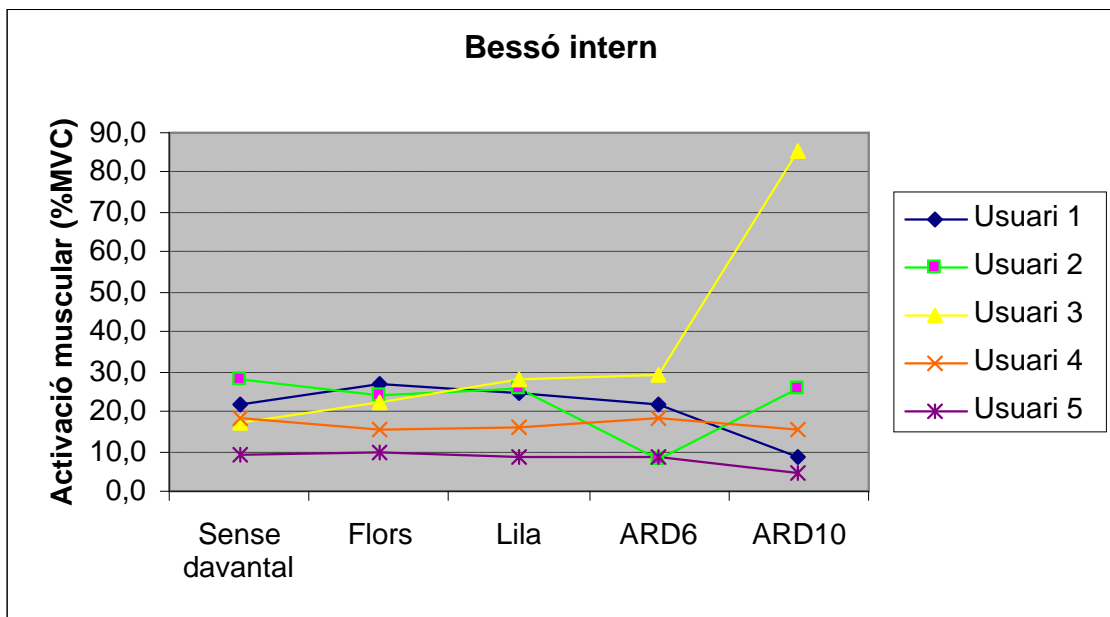
Els usuaris 2 i 3 mostren una mateixa tendència i intensitat similar en l'activació muscular dels paravertebrals (zona lumbar). En els usuaris 1, 4 i 5 tenen la mateixa tendència per als davantals Lila, ARD6 i ARD10.



L'oblic extern abdominal mostra un treball bastant constant amb els diferents davantals en la deambulació, a excepció de l'usuari 1 que té un valor pic en deambular sense davantal.

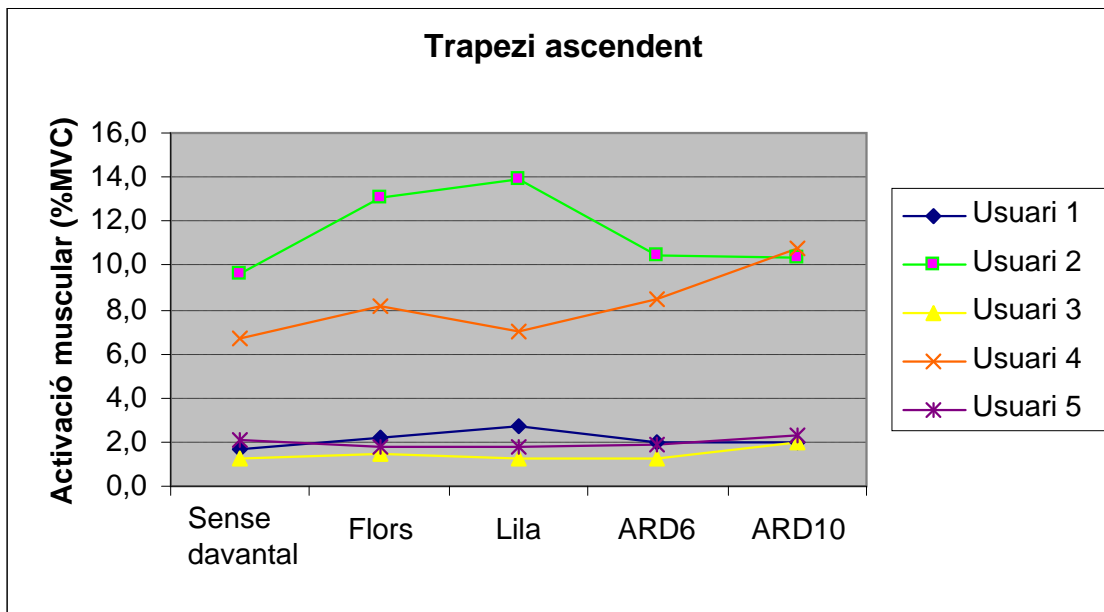


Cada usuari mostra un patró diferent en tendència i intensitat per a la mateixa tasca i els diferents davantals.

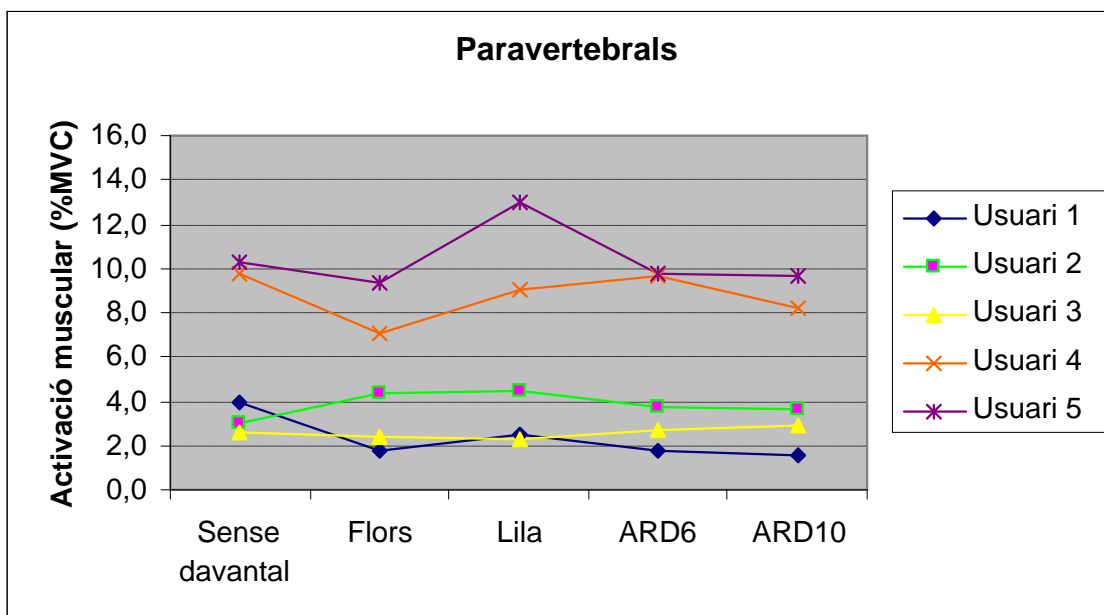


El bessó intern mostra un treball bastant constant amb els diferents davantals en la deambulació, a excepció de l'usuari 3 que té un valor pic en deambular amb el davantal de major pes.

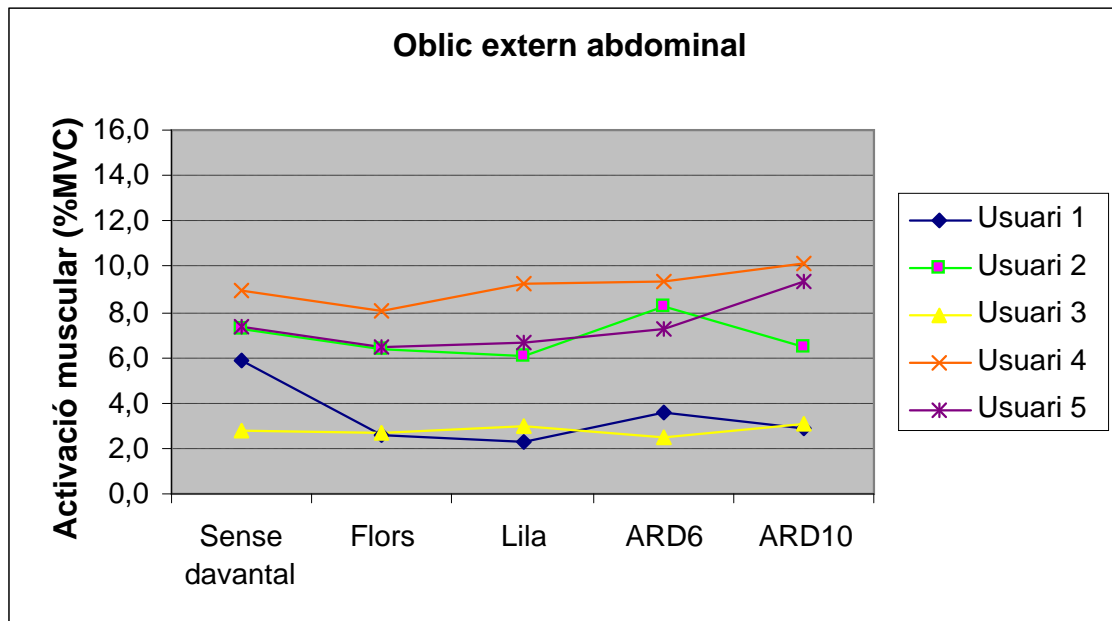
**Tasca 2: tasca d'angiografia sobre pla frontal (4 min.)**



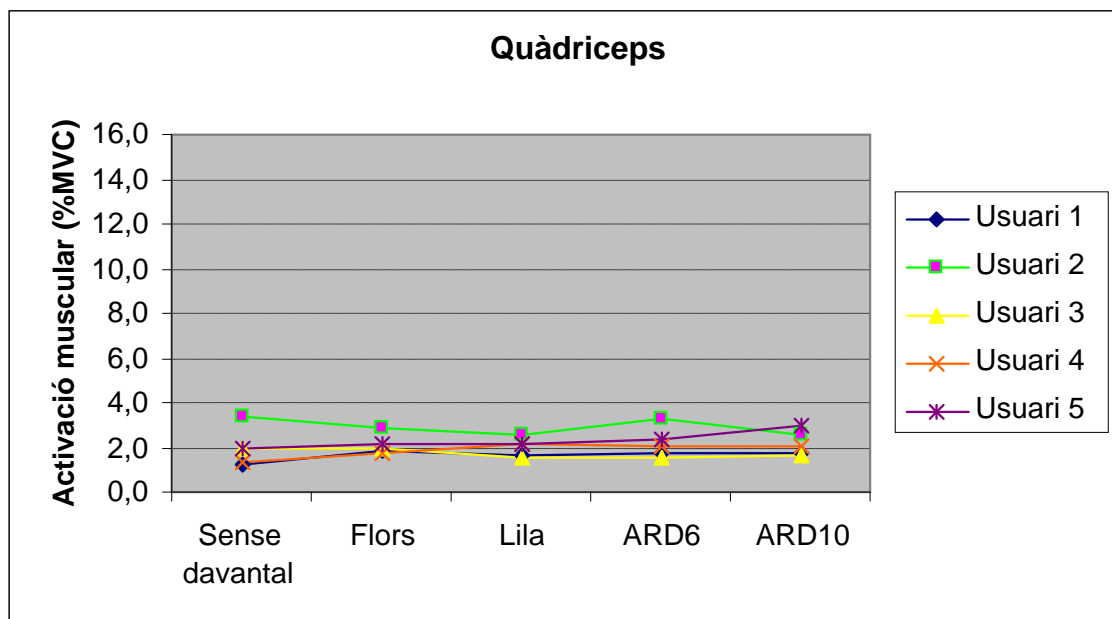
Els usuaris 1, 3 i 5 mostren una mateixa tendència i una intensitat similar en l'activació muscular del trapezi ascendent per a aquesta tasca. En canvi, els usuaris 2 i 4 mostren patrons i intensitats pròpies i diferents a la resta.



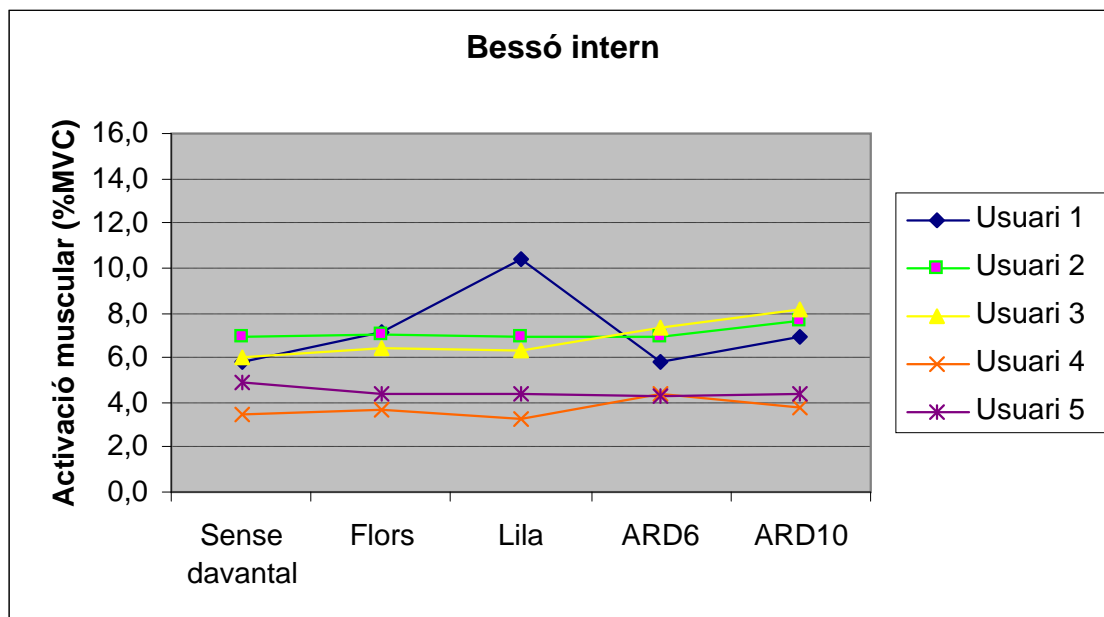
Cada usuari mostra un patró diferent en tendència i intensitat per a la mateixa tasca i els diferents davantals.



Cada usuari mostra un patró diferent en tendència i intensitat per a la mateixa tasca i els diferents davantals.

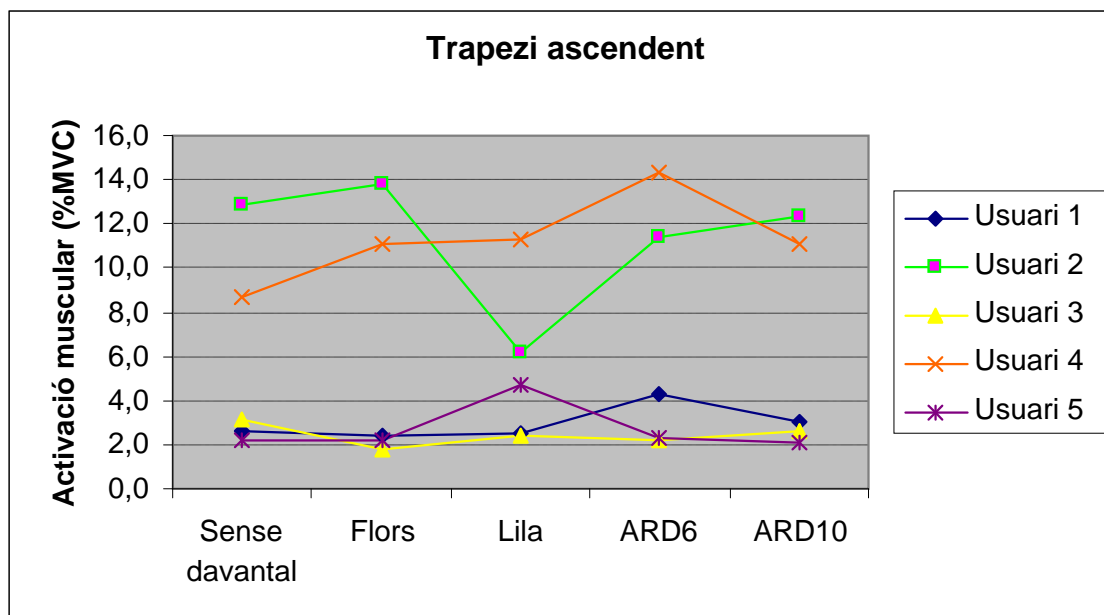


El patró d'activitat muscular és similar en tots els subjectes en tendència i intensitat.

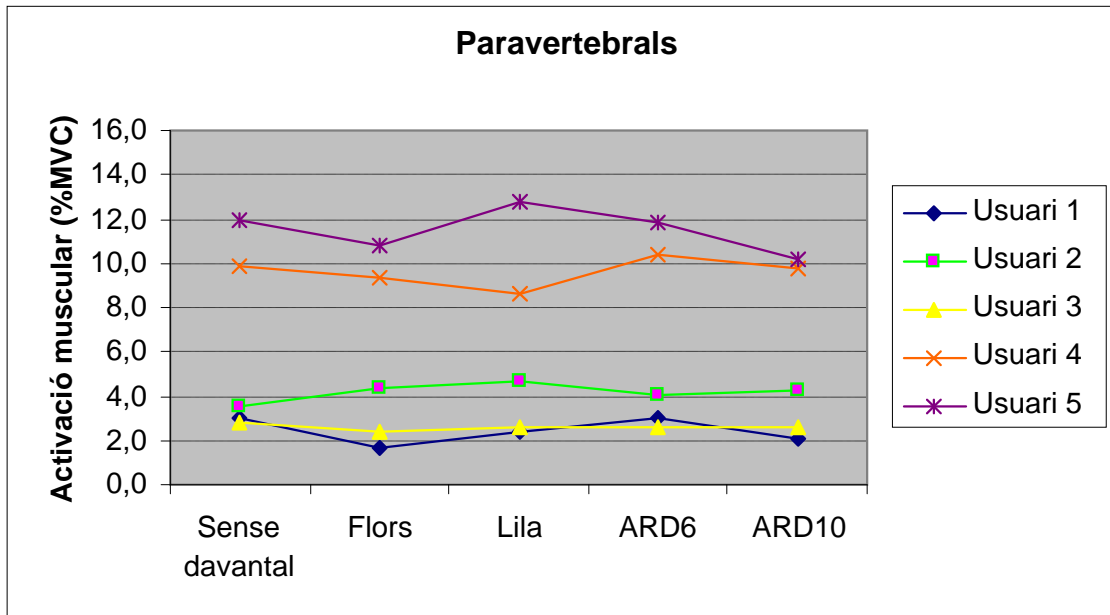


El patró d'activitat muscular és similar en tots els subjectes a excepció de l'usuari 1 que mostra un valor pic en l'execució de la tasca amb el davantal lila.

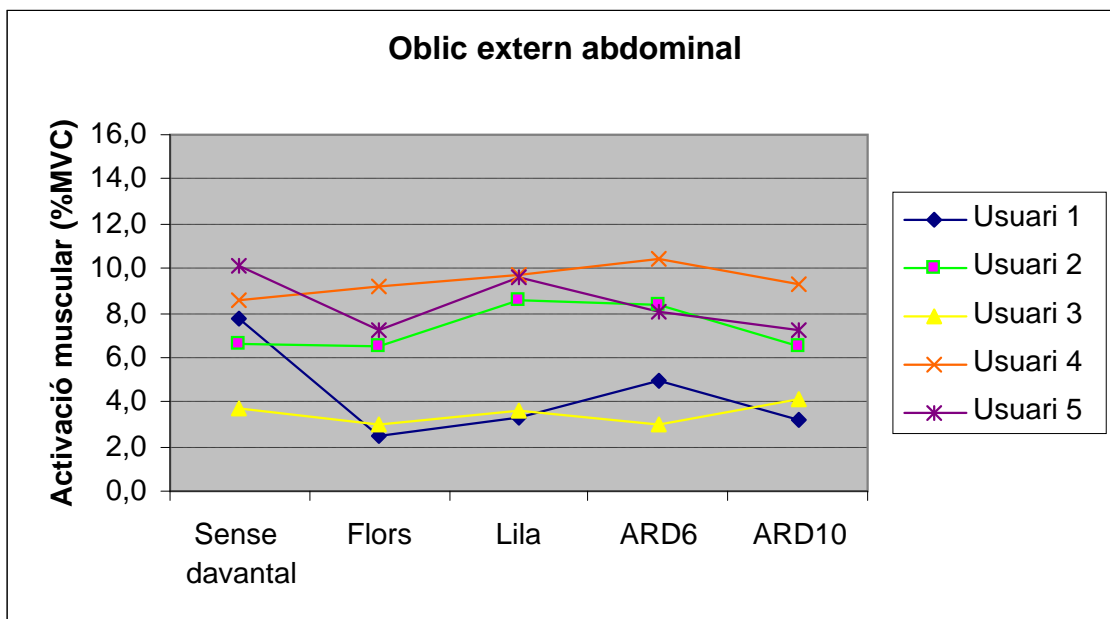
### Tasca 3: tasca d'angiografia en pla frontal (3 min.) + abast material taula auxiliar cada 30 seg.



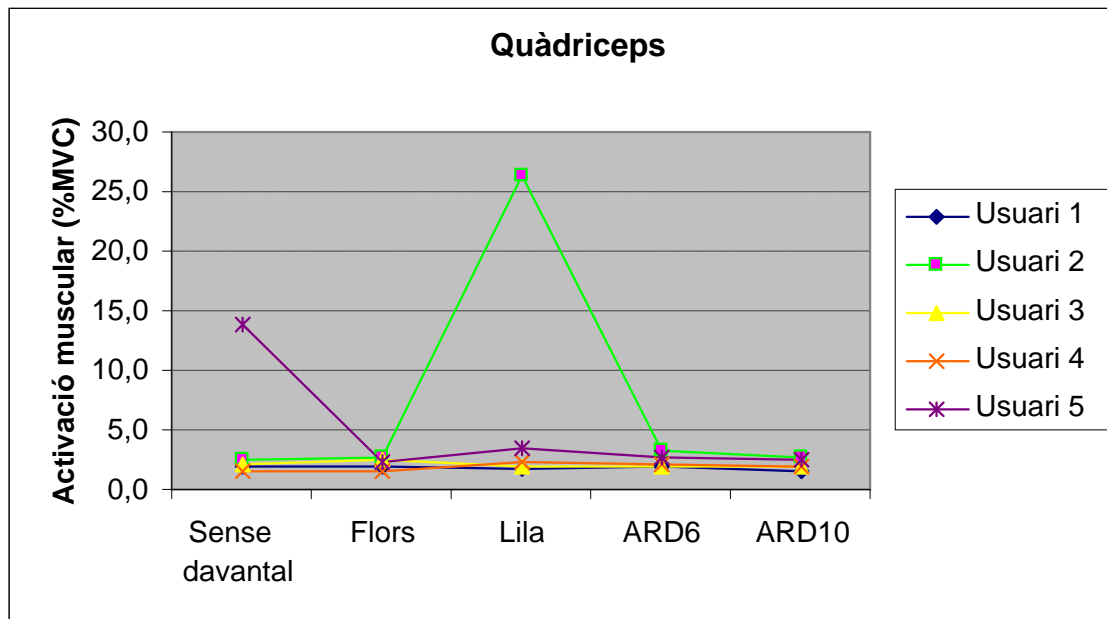
Cada usuari mostra un patró diferent en tendència i intensitat per a la mateixa tasca i els diferents davantals.



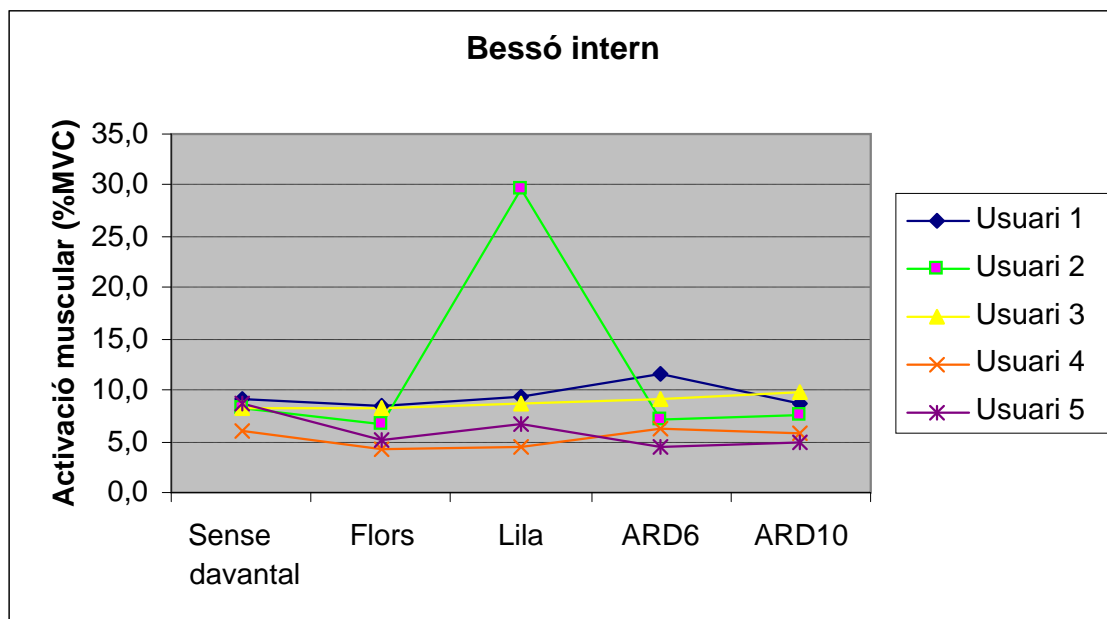
Cada usuari mostra un patró diferent en tendència i intensitat per a la mateixa tasca i els diferents davantals.



Cada usuari mostra un patró diferent en tendència i intensitat per a la mateixa tasca i els diferents davantals.



L'activitat muscular segueix una mateixa tendència i intensitat per als usuaris 1, 3 i 4. En el cas del subjecte 5 mostra un valor pic per a aquest múscul i tasca quan no porta davantal, mentre que l'usuari 2 el mostra durant l'ús del davantal lila.



El patró d'activitat muscular és similar en tendència i intensitat en tots els subjectes, excepte l'usuari 2 que té un valor pic durant l'ús del davantal lila.



## 5. Conclusions

---

S'observen patrons similars d'activitat muscular per als músculs següents: bessó intern (tasca 1, 2 i 3), quàdriceps (tasca 2 i 3) i oblic extern abdominal (tasca 1). En la resta de musculatura els patrons individuals tenen tendències diferents, probablement a causa dels hàbits posturals particulars i un ús específic de la dinàmica corporal.

Per a les usuàries més altes no s'ha observat una major activitat dels paravertebrals deguda a l'altura del pla de treball. Sí que s'observa, però, una major activitat del trapezi superior en les tasques 2 i 3 per als subjectes 2 i 4 (els més baixos), que requereixen una major demanda física per a les espatlles a causa de l'altura del pla de treball. Per aquests motius, la regulació adequada de la llitera adquireix un paper important en l'activitat muscular del trapezi superior.

En general els músculs paravertebrals i l'oblic extern abdominal presenten un patró variat per a cada subjecte, la qual cosa significa que depenen en gran mesura de l'hàbit i ús individual de cada subjecte. En aquest sentit, la higiene postural cobra una gran rellevància per a la protecció de la columna vertebral.

Per això, es recomana potenciar entre els treballadors l'aplicació dels següents consells:

- Buscar punts de suport per reduir la fatiga física en bipedestació (per exemple, recolzar els malucs a la llitera, descansar les extremitats superiors quan sigui possible per descarregar espatlles i zona dorsal).
- Facilitar una banqueteta o petita tarima d'uns 20 cm d'altura, per recolzar els peus (alternant) i, així, aconseguir reduir la lordosi lumbar, tot afavorint una postura en bipedestació confortable.
- Sempre que s'hagi d'abastar materials auxiliars, disposar-los dins el pla frontal de treball. En cas que estiguin en una superfície lateral o posterior a la zona de treball, evitar girar només el tronc i girar tot el cos acompanyant-lo amb els peus.
- Procurar que el pla de treball es trobi aproximadament a nivell dels colzes, mitjançant la regulació dels elements de treball: llitera, taules auxiliars, etc.
- Sempre que sigui possible, mantenir les articulacions properes a la posició neutra.
- Evitar les posicions mantingudes i estàtiques (més de 1 min) afavorint la mobilitat quan sigui possible.
- Treure's el davantal quan no s'estigui exposat a radiacions per descarregar el cos d'un pes innecessari. Aprofitar les pauses per fer estiraments musculars.

No s'han observat diferències representatives en la resposta muscular durant l'ús del davantal d'una sola peça amb el de dues peces. Tot i que cal destacar que la sensació que van manifestar les usuàries és de major confort amb el davantal de dues peces que no pas amb el d'una.

Tampoc no s'ha observat una tendència clara de major activitat en algun dels músculs en relació a un major pes del davantal. S'ha de tenir en compte la poca diferència de pes entre els diferents models utilitzats en l'estudi (entre el més lleuger i el més pesat hi ha 2.1 kg de diferència). Així com també, el fet que el pes dels davantals no és significativament elevat en relació amb la massa corporal de cada individu.

En aquest sentit, cal tenir en compte els resultats aportats per alguns estudis referits al transport manual de càrregues que, tot i que es refereixen a situacions biomecànicament diferents a la qual s'ha estudiat aquí, poden ser d'interès per intentar interpretar l'afirmació anterior. En un estudi realitzat per Davis & Marras (2000), s'indica que per a càrregues lleugeres, petits increments en el pes de la càrrega manipulada (3 – 9 kg) van ser compensats per la dinàmica del tronc (velocitat sagital), sense aportar diferències significatives en la sobrecàrrega de la columna vertebral. D'altra banda, en un estudi realitzat per Hong et al. (2007), en el qual s'analitzava l'efecte del pes de les motxilles escolars sobre l'activitat muscular, es determinava que les motxilles de  $\leq 10\%$  del pes corporal provocaven certs canvis en la biomecànica corporal, sense tenir, però, cap relació significativa amb la sobrecàrrega muscular.

En qualsevol cas, tot i que els resultats no són concloents, ergonòmicament seria recomanable que el pes del davantal fos el mínim necessari per assegurar una correcta protecció enfront del nivell de radiació al que està exposat el treballador, a més de que el davantal permeti una distribució el més compensada possible del seu pes sobre el cos del treballador.

En aquest sentit, les enquestes inicials realitzades als treballadors mostren un desconeixement de la protecció necessària en funció de la tasca, provocant en molts casos una sobreprotecció (i per tant, major pes) o un ús no òptim dels davantals. Per aquesta raó, es recomana:

- Informar al personal de quina és la protecció necessària per a dur a terme les diferents tasques.
- Informar als treballadors sobre el us correcte dels davantals, així com de les instruccions a seguir en cas de portar dosímetre.

Per aconseguir-ho, seria recomanable realitzar un procediment de selecció i ús dels davantals de protecció radiològica en el lloc de treball i donar-lo a conèixer a tots els implicats, assegurant-ne la comprensió en la pràctica. Es pot prendre com a exemple el document elaborat pel departament de prevenció de riscos laborals de la *University of Alabama at Birmingham*<sup>1</sup>, del qual s'extreuen les següents recomanacions en quant a l'elecció del disseny del davantal:

- La proximitat del treballador a la font de radiació, l'exposició, així com els moviments i les tasques a executar determinaran el tipus de protecció.

---

<sup>1</sup><http://www.healthsafe.uab.edu/pages/radiationsafety/apronleadpolicyupdated2.pdf>

- Els davantals de dues peces (faldilla i jaqueta) redueixen a la meitat el pes suportat per l'esquena, disminuint-hi la compressió. Per tant, es redueix la lordosi lumbar en tasques de bipedestació perllongada. El pes del davantal queda equilibrat en repartir-se sobre les espatlles i els malucs.
- Disposar dels davantals que tinguin la protecció necessària per a la tasca que es desenvolupa, tot evitant una sobreprotecció i, en conseqüència, un sobrepès innecessari.
- Els davantals d'una sola peça són més apropiats per a tasques de curta durada, mentre que els de dues peces són preferibles per a tasques més perllongades.
- Els davantals de dues peces ofereixen major llibertat de moviment, degut al fet que la part superior i inferior del cos tenen subjeccions separades.

Cal tenir en compte els següents criteris de compra, recanvi i manteniment:

- La vida mitjana d'un davantal de protecció és de 10 anys.
- Segons l'ús que se li doni, els defectes poden aparèixer als 5 anys.
- És important seguir un procediment de revisió mèdica per detectar quan el davantal està en mal estat per així reparar-ho o reposar-ho.

#### **Agraïments**

Volem agrair la col·laboració dels treballadors de l'Hospital Universitari de Bellvitge que han participat en l'estudi, així com la del seu Servei de Prevenció, per el temps i esforç dedicat al mateix.

## 6. Referències

---

1. Aaras, A. What is an acceptable load on the neck and shoulder regions during prolonged working periods? In Kumashiro M and Megaw ED (eds). *Towards Human Work*. London: Taylor & Francis, 1994.
2. Adams, M and Hutton, W. The effect of posture on the role of the apophyseal joints in resisting intervertebral compressive forces. *Journal of Bone and Joint Surgery (British)* 1980, 62B: 358-362.
3. Adams, M, Dolan, P, Hutton, W and Porter, R. Diurnal changes in spinal mechanics and their clinical significance. *Journal of Bone and Joint Surgery* 1990, 72B: 266-270.
4. Davis, K. G. and Marras, W. S. Assessment of the relationship between box weight and trunk kinematics: Does a reduction in box weight necessarily correspond to a decrease in spinal loading?. *Human Factors*, 2000, 195-208.
5. Hong, Y.; Li, J. and Fong D. T. Effect of prolonged walking with backpack loads on trunk muscle activity and fatigue in children. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2007.
6. Moore, B, vanSonnenberg, E, Casola, G and Novelline, R. The relationship between back pain and lead apron use in radiologists. *American Journal of Roentgenology* 1992, 158 (1): 191-193.
7. Van der Grinten, M and Smitt, P. Development of a practical method for measuring body part discomfort. In Adhazadeh, F (ed.). *Advances in Industrial Ergonomics and Safety IV*. London: Taylor & Francis, 1992: 311-318.
8. Visser, J and Straker, L. An investigation of discomfort experienced by dental therapists and assistants at work. *Australian Dental Journal* 1994, 39 (1): 39-44.