
Estudis específics d'avaluació de riscos ergonòmics

Part 1

PID_00248299

Germán Cañavate Buchón

Temps mínim de dedicació recomanat: 7 hores



Índex

| | |
|--|----|
| Introducció | 7 |
| Objectius | 8 |
| 1. Manipulació manual de càrregues | 9 |
| 1.1. Antecedents | 9 |
| 1.2. Camp d'aplicació | 9 |
| 1.2.1. Criteri biomecànic | 10 |
| 1.2.2. Criteri fisiològic | 10 |
| 1.2.3. Criteri psicofísic | 10 |
| 1.2.4. Situacions en què no s'aplica aquest mètode | 10 |
| 1.3. Diagrama del procés d'avaluació | 11 |
| 1.4. Definicions | 12 |
| 1.4.1. Càrrega | 12 |
| 1.4.2. Massa límit recomanada (MLR) | 12 |
| 1.4.3. Índex d'aixecament (IA) | 13 |
| 1.4.4. Índex de risc (IR) | 13 |
| 1.4.5. Control significatiu en la destinació | 13 |
| 1.4.6. Massa de referència (M. ref) | 14 |
| 1.4.7. Component horitzontal (HM) | 15 |
| 1.4.8. Component vertical (VM) | 16 |
| 1.4.9. Desplaçament vertical (DM) | 17 |
| 1.4.10. Component d'asimetria (AM) | 17 |
| 1.4.11. Component de freqüència (F) | 19 |
| 1.4.12. Durada de l'aixecament | 20 |
| 1.4.13. Restriccions de freqüència | 20 |
| 1.4.14. Multiplicador de freqüència (FM) | 21 |
| 1.4.15. Procediment d'ajust de freqüències | 21 |
| 1.4.16. Facilitat de l'agafada de la càrrega | 23 |
| 1.4.17. Multiplicador d'agafada | 25 |
| 1.4.18. Multiplicador de manipulació amb una mà | 26 |
| 1.4.19. Multiplicador d'operacions amb més d'una persona | 27 |
| 1.5. Organització del treball | 27 |
| 1.5.1. Tasca simple | 28 |
| 1.5.2. Tasca composta | 29 |
| 1.5.3. Tasca variable | 29 |
| 1.6. Avaluació de riscos per a tasques simples | 29 |
| 1.7. Procediment d'anàlisi per a tasques compostes | 29 |
| 1.7.1. Pas 1 | 30 |
| 1.7.2. Pas 2 | 30 |
| 1.7.3. Exemple de càlcul per a tasques compostes | 32 |

| | | |
|--------------------|--|-----------|
| 1.8. | Avaluació del risc per a tasques variables | 34 |
| 1.8.1. | Pas 1 | 35 |
| 1.8.2. | Pas 2 | 35 |
| 1.8.3. | Pas 3 | 36 |
| 1.8.4. | Exemple de càlcul per a tasques variables | 36 |
| 1.9. | Índex d'aixecament per exposició general (<i>IAE</i>) | 39 |
| 1.9.1. | Torn amb una tasca de manipulació | 39 |
| 1.9.2. | Torn amb diverses tasques de manipulació (<i>IAS</i>) | 39 |
| 2. | Transport de càrregues | 43 |
| 2.1. | Valor límit de massa acumulada per dia | 43 |
| 2.2. | Valor límit de massa acumulada relatiu a la distància | 43 |
| 2.3. | Exemple d'aplicació | 45 |
| 3. | Empenyiment i arrossegament de càrregues | 48 |
| 3.1. | Limitacions del mètode | 48 |
| 3.2. | Aspectes addicionals que cal considerar | 49 |
| 3.3. | Definicions i termes | 49 |
| 3.3.1. | Característiques de l'objecte | 50 |
| 3.3.2. | Característiques del treballador | 50 |
| 3.3.3. | Condicions ambientals | 50 |
| 3.3.4. | Distància | 51 |
| 3.3.5. | Freqüència i durada | 51 |
| 3.3.6. | Força | 52 |
| 3.3.7. | Postura | 53 |
| 3.4. | Avaluació del risc per empenyiment i arrossegament de càrregues | 54 |
| 3.4.1. | Pas 1. Presa de dades | 54 |
| 3.4.2. | Pas 2. Càlcul del límit de força bàsica (F_B) | 54 |
| 3.4.3. | Pas 3. Càlcul del límit de força bàsica resultant (F_{Br}) | 56 |
| 3.4.4. | Pas 4. Càlcul del límit de força d'acció F_{LS} | 57 |
| 3.4.5. | Pas 5. Nivell de risc | 60 |
| 4. | Mobilització de malalts: mètode MAPO | 62 |
| 4.1. | Avaluació del risc | 62 |
| 4.1.1. | Aspectes organitzatius i formatius (entrevista) | 63 |
| 4.1.2. | Aspectes del lloc de mobilització (visita) | 64 |
| 4.2. | Càlcul de l'índex MAPO | 69 |
| 4.2.1. | Factor d'elevació (FS) | 70 |
| 4.2.2. | Factor ajudes menors (FA) | 71 |
| 4.2.3. | Factor cadires de rodes (FC) | 71 |
| 4.2.4. | Factor lloc de mobilització (F_{amb}) | 72 |
| 4.2.5. | Factor de formació (FF) | 72 |
| 4.3. | Nivell d'exposició | 73 |
| 4.4. | Exemple d'aplicació del mètode MAPO | 74 |
| Resum | | 83 |

Bibliografia..... 85

Introducció

La manipulació manual de càrregues pot comportar un risc per a la salut del treballador, que pot patir danys sobretot a la zona dorsolumbar.

En aquest mòdul s'analitzen els riscos dorsolumbars derivats de la manipulació manual de càrregues, per transport, empenyiment i arrossegament de càrregues i, finalment, es presenta un cas especial en el sector sanitari, la mobilització de malalts.

S'exposen les diferents metodologies d'avaluació de riscos per tal de determinar si el treball exercit per un treballador es troba dins dels límits considerats permissibles, determinant així la probabilitat de lesió per càrrega física.

Els mètodes proposats analitzen cadascuna de les variables que influeixen negativament en la manipulació manual de càrregues, la qual cosa ens facilita el redisseny de les tasques, de manera que es poden dur a terme petites millores en una o diverses de les tasques per reduir la sobrecàrrega derivada d'aquesta manipulació.

L'Organització Internacional per a l'Estandardització (ISO) ha publicat nombroses normes relacionades amb els requisits ergonòmics per al disseny de llocs de treball, mètodes d'avaluació de riscos i altres aspectes relacionats amb els trastorns musculoesquelètics (TME).

Específicament, el Comitè Tècnic 159 d'Ergonomia desenvolupa normes específiques per a l'avaluació dels factors de risc que provoquen un alt índex de TME, pertanyents a la sèrie 11228 en les seves tres parts:

- ISO 11228-1: Aixecament i transport de càrregues
- ISO 11228-2: Empenyiment i arrossegament de càrregues
- ISO 11228-3: Moviments repetitius

Així mateix, també existeix una norma específica de manipulació manual de càrregues específica per al sector sanitari, la norma ISO/NP TR 12296: Mobilització de pacients hospitalitzats (MAPO).

Objectius

Els objectius que es pretén que assolixi l'alumne mitjançant l'estudi d'aquest mòdul didàctic són els següents:

- 1.** Aplicar metodologies d'avaluació específiques de riscos per manipulació manual de càrregues (transport, empenyiment i arrossegament) i per mobilització de malalts.
- 2.** Aprendre a interpretar els resultats d'aquestes avaluacions.
- 3.** Ser capaços d'analitzar les variables utilitzades per desenvolupar un pla d'intervenció que redueixi el risc a un grau tolerable.
- 4.** Adquirir les habilitats amb altres professionals que participin en projectes ergonòmics.

1. Manipulació manual de càrregues

1.1. Antecedents

La norma ISO 11228 és la primera norma internacional sobre manipulació manual de càrregues que desenvolupa mètodes d'avaluació i recomanacions ergonòmiques per a les diferents tasques de manipulació de càrregues.

La norma ISO 11228-1 es basa en l'equació NIOSH, desenvolupada pel Institut Nacional de Seguretat i Salut Laboral dels Estats Units, publicada inicialment el 1981 amb el nom de *Work Practices Guide for Manual Lifting* (1981) i revisada el 1991 amb el nom de *Scientific Support Documentation for the Revised 1991 NIOSH Lifting Equation*.

1.2. Camp d'aplicació

Aquest mètode va ser desenvolupat amb la finalitat de prevenir riscos dorsolumbars (LBP, *low back pain*) en una població d'homes i dones, i és, per tant, un dels mètodes més restrictius que existeixen.

L'avaluació de manipulació manual de càrregues (MMC) ha estat dissenyada per determinar el nivell de risc existent per qualsevol tasca que comporti, en algun instant, transport, elevació i/o descens manual d'una càrrega, efectuat per un o diversos treballadors, amb un pes superior a 3 kg.

El mètode combina tres criteris d'avaluació: biomecànic, fisiològic i psicofísic, establint una càrrega màxima corresponent al menor pes obtingut en aplicar cadascun dels tres conceptes. Així doncs, el factor limitant pot variar segons la tasca.

| Disciplina | Criteri de disseny | Valor de tall |
|-------------|------------------------------------|---|
| Biomecànica | Màxima força de compressió en disc | 3,4 kN |
| Fisiologia | Màxima despesa d'energia | 2,2 – 4,7 kcal/min |
| Psicofísica | Màxim pes acceptable | Acceptable pel 75% de dones i el 99% d'homes treballadors |

1.2.1. Criteri biomecànic

El criteri biomecànic es limita a l'esforç sacrolumbar màxim que som capaços d'aguantar. El lloc en què es produeix un esforç lumbar més elevat es troba entre les vèrtebres L5-S1, amb una resistència màxima calculada de 3,4 kN de compressió, a partir de la qual s'incrementa el risc de lesió lumbar.

1.2.2. Criteri fisiològic

El criteri fisiològic es basa en l'esforç metabòlic i la fatiga associada de tasques repetitives. La capacitat màxima aeròbica (CMA) està calculada en 9,5 kcal/min per a tasques repetitives d'aixecament de càrregues. A partir d'aquest criteri màxim, el mètode redueix l'esforç màxim acceptable segons les condicions de la tasca:

- 70% del CMA (6,7 kcal/min), per a aixecaments que requereixen un treball predominant del braç, per sobre dels 75 cm d'altura.
- 50% del CMA (4,7 kcal/min), per a tasques que tenen una durada màxima d'una hora.
- 40% del CMA (3,8 kcal/min), per a tasques que tenen una durada màxima d'entre una i dues hores.
- 33% del CMA (3,1 kcal/min), per a tasques que tenen una durada màxima d'entre dues i vuit hores.

1.2.3. Criteri psicofísic

El criteri psicofísic es basa en la percepció que tenen els treballadors sobre la seva capacitat màxima d'aixecament. Es fixa un criteri acceptable que cobreix el 75% de la població femenina treballadora.

1.2.4. Situacions en què no s'aplica aquest mètode

Aquest procediment d'avaluació de manipulació manual de càrregues no s'aplica en les situacions següents:

- **Sostenir objectes sense caminar.** El treballador només sosté la càrrega, no l'ha agafat, ni deixat, ni transportat prèviament.
- **Empenyiment o tracció de càrregues.** L'empenyiment o la tracció es valoren mitjançant una altra metodologia específica.

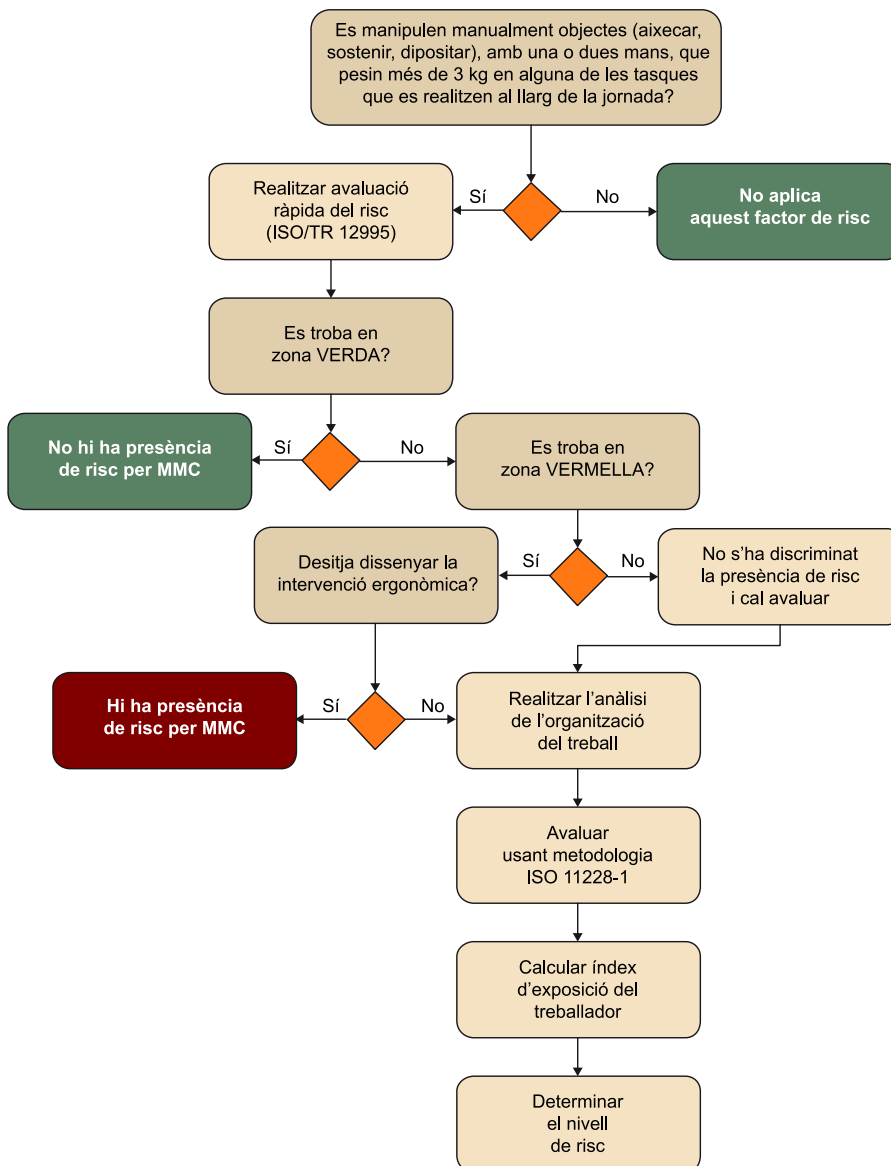
- **Tirar o llançar objectes.** El mètode només contempla deixar càrregues o deixar-les anar, però no el llançament.
- **MMC en posició assegut o agenollat.** El mètode només valora la posició dreta. El treballador no hauria de manipular càrregues de >5 kg en posició asseguda.

1.3. Diagrama del procés d'avaluació

Abans d'iniciar un procés d'avaluació d'MMC específic, segons ISO 11228-1, cal realitzar l'avaluació **simplificada**, descrita a la norma ISO/TR 12295. Derivat d'aquest procés d'avaluació, podem utilitzar el diagrama de decisió següent:

Vegeu també

L'avaluació simplificada s'explica al mòdul «Detecció de factors de risc en el lloc de treball» d'aquesta mateixa assignatura.



1.4. Definicions

1.4.1. Càrrega

Les càrregues de més de 25 kg, en si mateixes, probablement constitueixen un risc per a l'esquena, encara que no hi hagi altres condicions desfavorables.

1.4.2. Massa límit recomanada (MLR)

La massa límit recomanada (MLR) per a una determinada tasca d'aixecament de càrregues és la massa que la majoria de treballadors podrà aixecar durant un període determinat (per exemple, vuit hores) sense patir o acusar un dany dorsolumbar (LBP).

L'MLR es defineix amb l'equació següent:

$$MLR = M. \text{ ref} \times VM \times DM \times HM \times AM \times CM \times FM \times OM \times PM \quad 3.1$$

Lectura de la fórmula

M. ref: Massa de referència (vegeu la taula «Masses de referència (M. ref.) segons diferents grups de població») *HM*: Multiplicador horitzontal (25/H)

VM: multiplicador vertical ($1 - 0,003 \times |V-75|$)

DM: multiplicador de desplaçament [$0,82 + (4,5/D)$]

AM: multiplicador d'asimetria [$1 - (0,0032 \times A)$]

FM: multiplicador de freqüència (vegeu la taula «Factor de freqüència *FM*»)

CM: multiplicador d'agafada (vegeu la taula «Multiplicador d'agafada *CM*»)

OM: multiplicador de manipulació amb una mà (vegeu la taula «Valors de multiplicador *OM*»)

PM: multiplicador de tasques realitzades per més d'una persona (vegeu la taula «Valors de multiplicador *PM*»)

Cada multiplicador ha de ser calculat amb la fórmula apropiada i, en el cas del multiplicador de freqüència, ha de realitzar-se una interpolació lineal per determinar el valor exacte.

1.4.3. Índex d'aixecament (IA)

L'índex d'aixecament (IA) o *lifting index* (LI) és el valor relatiu que estima el nivell de risc associat a una determinada tasca d'aixecament de càrregues. Aquest índex està definit per la relació entre el pes real aixecat i la massa límit recomanada (MLR):

$$IL = \frac{\text{Massa real de la càrrega (kg)}}{\text{Massa límit recomanada (kg)}} = \frac{MR}{MLR} \quad 3.2$$

Depenent del tipus de tasca, pot haver-hi un índex de risc diferent: per a tasques simples es calcula l'índex d'aixecament (IA); per a les tasques compostes, l'índex d'aixecament compost (IAC), i per a tasques variables, l'índex d'aixecament variable (IAV).

1.4.4. Índex de risc (IR)

El nivell de risc és la interpretació de l'índex de risc; és a dir, la comparació amb els valors de referència que estableix el mètode:

| Índex de risc (IA, IAC, IAV, IAS) | Valoració |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| $IR \leq 0,85$ | Nivell de risc baix o tolerable |
| $0,85 < IR \leq 1$ | Nivell de risc significatiu o moderat |
| $IR > 1$ | Nivell de risc inacceptable |

1.4.5. Control significatiu en la destinació

Es considera que hi ha control significatiu en la destinació quan el treballador ha de realitzar un esforç en deixar l'objecte; és a dir, en lloc de deixar-lo caure, ha de col·locar-lo amb cura o deixar-lo en una posició concreta. Depenent de la velocitat de l'aixecament, la desacceleració que ha d'aplicar per col·locar-lo a la destinació pot ser fins i tot més gran que la força requerida en l'origen. En aquests casos, per estar segurs que el càlcul de l'MLR és correcte, es realitza l'anàlisi de variables en les dues situacions, origen i destinació, i s'escull la pitjor (la que obtingui l'MLR més baixa) d'ambdues situacions com a resultat final.

Es pot considerar que hi ha un control significatiu en la destinació en aquests casos:

- Quan el treballador ha de col·locar o guiar la càrrega en el punt de destinació amb certa precisió.

- Quan el treballador ha de sostenir o mantenir suspesa la càrrega abans de deixar-la.
- Quan el treballador ha de canviar el tipus d'agafada de la càrrega en dipositar-la, o bé ha d'aixecar-la de nou per recol·locar-la.

| | | |
|--|----|----|
| S'ha de col·locar o guiar la càrrega en el punt de destinació amb certa precisió? | No | Sí |
| Cal sostenir o mantenir suspesa la càrrega abans de deixar-la? | No | Sí |
| Cal canviar l'agafada de la càrrega en dipositar-la o bé aixecar-la de nou per recol·locar-la? | No | Sí |

Lectura del resultat

Si alguna de les respostes és «Sí», es considera que hi ha control significatiu en la destinació.

1.4.6. Massa de referència (*M. ref*)

L'equació per al càlcul de la massa límit recomanada (MLR) està basada en un model multiplicatiu de les nou variables que intervenen en el càlcul. El pes de cada variable s'expressa en coeficients que poden adoptar valors entre 0 i 1.

En condicions ideals, cada variable adopta el valor de la unitat. El pes màxim recomanable és el marcat per la massa de referència (*M. ref*), el valor del qual s'haurà d'obtenir de la taula «Masses de referència (*M. ref*) segons diferents grups de població»). A mesura que ens allunyem de les condicions ideals de manipulació manual de càrregues, les variables adopten valors inferiors a la unitat i, per tant, la constant *M. ref* es va reduint.

| Grups de població | Massa de referència | Percentatge de dones | Percentatge de homes |
|--|---------------------|----------------------|----------------------|
| Massa mínima de la càrrega | 3 kg | -- | -- |
| Treballadors sensibles: dones embarassades | 10 kg / 5 kg | -- | -- |
| Població treballadora adulta | 15 kg | 90 | 99 |
| | 25 kg | 70 | 90 |
| Població professional especial | 30 kg | -- | -- |
| | 35 kg | -- | -- |
| | 40 kg | -- | -- |

Masses de referència (*M. ref.*) segons diferents grups de població. Ús professional.

Especificacions de la taula

A la taula es fa referència a homes i dones, però hauran de tenir-se en compte els rangs d'edat:

- Homes: de divuit a quaranta-cinc anys.
- Dones: de divuit a quaranta-cinc anys.
- Embarassades durant els sis primers mesos d'embaràs:

- Si el maneig de càrregues és reiterat, és a dir, es realitzen quatre manipulacions o més per torn de vuit hores, el pes màxim recomanat és de 5 kg.
- Si el maneig de càrregues és intermitent, és a dir, es realitzen menys de quatre manipulacions en un torn de vuit hores, el pes màxim recomanat és de 10 kg.
- Les embarassades a partir del setè mes d'embaràs han d'evitar el maneig manual de càrregues.

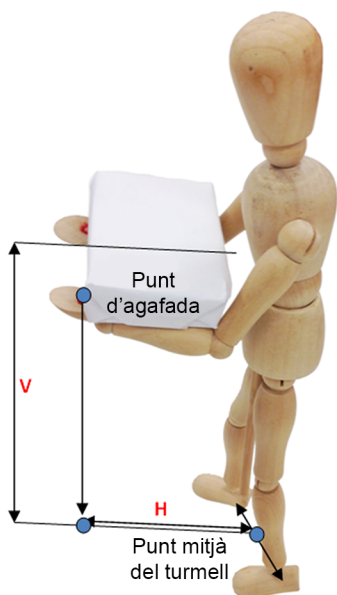
Quan es tracti d'homes fora del rang d'edat marcat, s'utilitzarà la massa de referència per a dones (15 kg).

Es recomana utilitzar, com a massa de referència, 25 kg per a homes i 15 kg per a dones. En cas que una tasca pugui ser realitzada tant per homes com per dones, s'utilitzarà per al càlcul la massa de 15 kg per assegurar una protecció a tot el col·lectiu.

1.4.7. Component horitzontal (HM)

A mesura que augmenta la distància horitzontal entre la càrrega i la columna, s'incrementen les forces de compressió en els discos i, per tant, el pes màxim acceptable decreix.

La distància horitzontal (H) s'ha de mesurar entre la projecció sobre el terra del punt mitjà entre les agafades de la càrrega i el centre de la línia entre els turmells (mesurats a la seva part interior).



Quan no es pugui mesurar la distància horitzontal, es podrà estimar mitjançant els càlculs següents:

- Per a $V \geq 25$ cm: $H = 20 + W / 2$
- Per a $V < 25$ cm: $H = 25 + W / 2$

Exemple

Lectura de la fórmula

W : amplada de la càrrega, mesura en el pla sagital
 V : distància de les mans al terra

Per a l'aixecament d'una caixa de 40 cm d'amplada, des del terra fins a una taula (situada a 100 cm), tindriem un valor d' H en origen de 45 cm ($25 + 40 / 2$) i en destinació de 40 cm ($20 + 40 / 2$).

Quan la distància horitzontal sigui inferior a 25 cm, H adoptarà el valor de 25 cm. De manera que HM mai pot adoptar un valor superior a la unitat.

Quan hi hagi control en la destinació, es mesurarà H tant en l'origen com en el destí.

Atès que es considera que a partir de 63 cm de distància horitzontal un percentatge significatiu de persones hauran de flexionar el tronc per agafar la càrrega, es considera aquesta distància com el límit acceptable.

El **multiplicador horitzontal** (HM), calculat com $25 / H$ (cm), adoptarà el valor d' $HM = 1$ quan H sigui ≤ 25 cm, i un valor d' $HM = 0$ quan H tingui un valor ≥ 63 cm.

1.4.8. Component vertical (VM)

El component vertical es defineix com l'altura entre les mans i el terra. V es mesura verticalment des del terra fins al punt mitjà d'ambdues mans (des dels canells).

El component vertical està limitat per sota a nivell del terra i, per dalt, a una altura màxima de 175 cm.

El component vertical es mesurarà tant en l'origen (V_{inici}) com en la destinació ($V_{\text{destinació}}$), per poder determinar posteriorment la distància de desplaçament (D):

$$VM = 1 - 0,003 \times |V_{\text{origen}} - 75|$$

$$VM = 1 - 0,003 \times |V_{\text{destinació}} - 75|$$

El valor òptim que pot adoptar el multiplicador vertical (VM) es calcula per a una distància vertical de 75 cm, l'altura entre el terra i els artells del treballador mitjà (amb una altura d'1,65 m).

A nivell del terra ($V = 0$ cm) VM adopta el valor de $VM = 0,78$ i a l'altura màxima, $V = 175$ cm, $VM = 0$. $V < 0$ cm (per sota del nivell del terra) indica que el treballador ha d'agafar la càrrega per sota del nivell dels peus.

Origen o destinació?

Per al càlcul de VM només s'utilitzarà l'equació que calcula $V_{\text{destinació}}$ quan hi hagi control en la destinació.

1.4.9. Desplaçament vertical (*DM*)

El component vertical de la distància (*DV*) es defineix com la distància vertical de les mans entre l'origen i la destinació de l'aixecament. Es calcula com a valor absolut; és a dir, *D* mai adopta valors negatius.

$$DV = |V_{\text{origen}} - V_{\text{destinació}}|$$

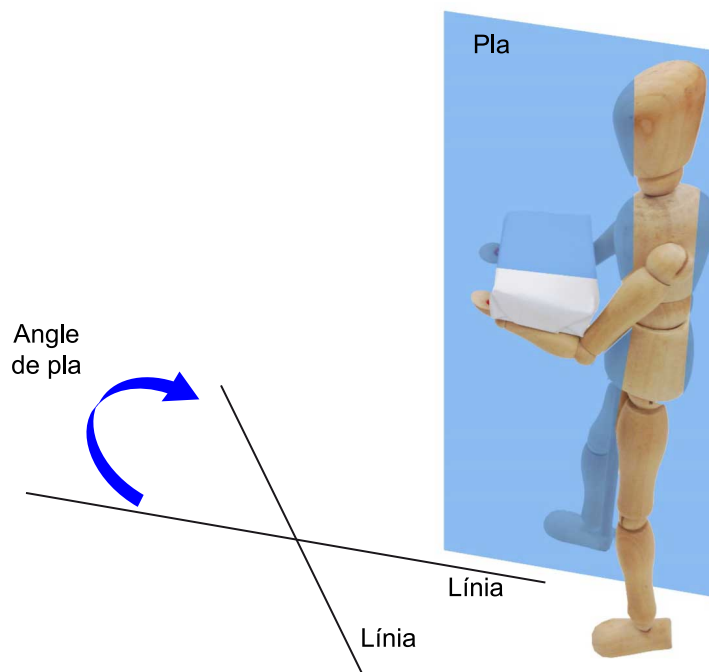
El component de desplaçament vertical *DV* adopta un valor mínim de 25 cm i no pot ser superior als 175 cm.

$$DM = 0,82 + (4,5) / DV$$

El multiplicador vertical (*DM*) decreix proporcionalment a mesura que augmenta la distància de desplaçament. Amb valors de $DV \leq 25$ cm, *DM* adopta el valor d'1, reduint-se a mesura que augmenta la distància fins a un valor mínim de $DM = 0$ per $DV \geq 175$ cm.

1.4.10. Component d'asimetria (*AM*)

L'asimetria d'un aixecament es produeix quan hi ha gir de tronc en el pla sagital. Sempre que sigui possible, s'ha d'evitar girar el tronc durant els aixecaments perquè es redueix el límit recomanat de pes significativament.



Un aixecament asimètric es pot produir en els casos següents:

- L'origen i la destinació de l'aixecament estan orientats en angles diferents.
- El moviment d'aixecament es realitza amb el cos, com passa quan es balanceja una bossa d'un lloc a un altre.
- S'intenta mantenir l'estabilitat (pensem en llocs amb obstacles al terra).
- La productivitat requereix temps de treball curts.

L'angle d'asimetria (A) és l'angle que hi ha entre la línia d'asimetria del tronc i la línia sagital frontal.

La línia d'asimetria és la línia horitzontal que uneix el punt mitjà dels turmells amb el punt projectat des de la zona mitjana d'agafada d'ambdós canells.

La línia sagital frontal és la línia que passa pel punt mitjà dels artells i el pla sagital amb el cos en posició neutra (mans al davant, sense gir de tronc, espatlles ni cames).

No s'ha de mesurar l'angle d'asimetria per la posició dels peus, ni l'angle de gir del tronc.

En la majoria de casos, la tasca d'aixecament permet que el treballador realitzi el gir pivotant sobre una cama (gira el maluc, no el tronc), o simplement fent un parell de passos cap a la nova posició de destinació.

Quan hi hagi control en la destinació, s'haurà de mesurar l'angle d'asimetria en origen i destí.

L'angle d'asimetria (A) pot adoptar valors entre 0° i 135° :

$$AM = 1 - (0,0032 \times A)$$

L'angle d'asimetria és un dels factors més difícils de mesurar. Normalment, es pot fer a partir de fotografies o vídeos de l'aixecament mitjançant l'ús d'un transportador d'angles (o goniòmetre).

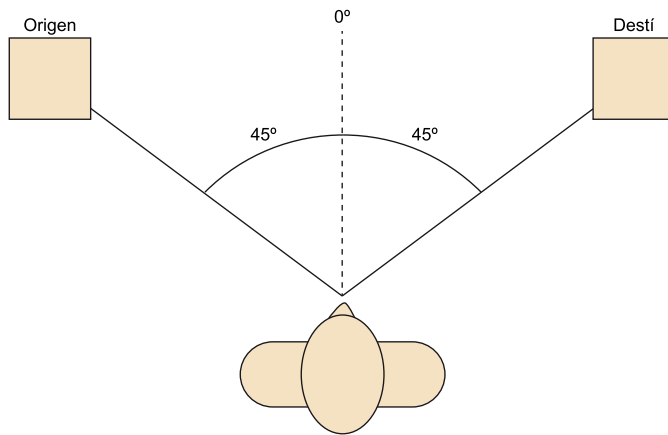
Lectura de la fórmula

Per a $A \geq 135^\circ$, $AM = 0$

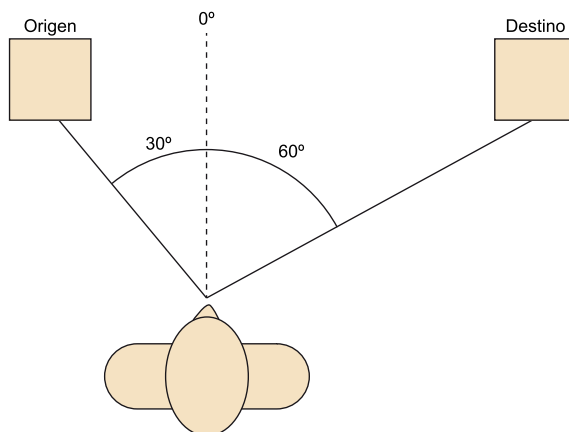
Per a $a = 0^\circ$, $AM = 1$

Un error en l'estimació d'aquest paràmetre de 15° suposa un error en el càlcul final de l'MLR del 5%.

Exemples



El treballador agafa la càrrega amb un angle de gir de -45° i la deixa amb un angle de $+45^\circ$. Durant el recorregut passa per la seva línia sagital (0°). En aquest cas, l'angle d'asimetria serà de 45° en origen i 45° en destinació; per tant, el multiplicador $AM = 0,86$.



El treballador agafa la càrrega amb un angle de gir de -30° i la deixa amb un angle de $+60^\circ$. Durant el recorregut passa per la seva línia sagital (0°). En aquest cas, l'angle d'asimetria és diferent en origen i destinació; per tant, caldrà escollir el més gran dels dos, amb la qual cosa s'obté un multiplicador $AM = 0,81$.

1.4.11. Component de freqüència (F)

El component de freqüència es defineix a partir de tres paràmetres:

- el nombre d'aixecaments per minut (freqüència)
- el temps total empleat en l'activitat d'aixecament (durada)
- l'altura vertical d'aixecament des del terra

La freqüència, referida al nombre d'aixecaments per minut, ha d'estimar-se en un temps mínim de 15 minuts, ja que hi podria haver variacions importants si s'estima la freqüència en períodes inferiors. Si s'observen variacions impor-

tants de la freqüència d'aixecament al llarg del dia, s'ha de realitzar un mostreig representatiu per determinar la freqüència mitjana. En els llocs de treball en què la freqüència varia d'un dia a l'altre, cal analitzar cada dia per separat.

1.4.12. Durada de l'aixecament

La durada de la tasca es classifica en tres categories que tenen en compte la relació entre períodes de treball continu i períodes de recuperació:

- Curta durada (≤ 1 hora).
- Durada moderada (< 1 h, ≤ 2 hores).
- Llarga durada (> 2 hores).

Període de recuperació

Període durant el qual es realitzen treballs lleugers que no impliquen manipulació manual de càrregues, com pot ser treballar assegut en un escriptori o operacions de monitoratge o assemblatge de peces lleugeres.

| Període de treball continu | Període de recuperació | Exemple |
|----------------------------|---|--|
| Curta durada | Mateix temps que el període de treball continu. | Si un treballador manipula càrregues durant 30 minuts, hauria de disposar d'un període de recuperació de 30 minuts més. |
| Durada moderada | Com a mínim, 0,3 vegades el període de treball continu. | Un treballador que manipula càrregues durant un període de 90 minuts requereix un temps de recuperació mínim de $90 \times 0,3 = 27$ minuts. |
| Llarga durada | -- | -- |

Nota

La diferència entre el temps de recuperació per a tasques curtes i moderades rau en la diferència de la magnitud del multiplicador de freqüència associat a cadascuna. Atès que les tasques de curta durada admeten *MLR* majors, requereixen períodes de recuperació superiors.

El mètode no admet temps de treball superiors a vuit hores.

1.4.13. Restriccions de freqüència

La freqüència d'elevació de càrregues (F) pot abastar valors des de 0,1 elev./min fins a 15 elev./min, depenent de la localització vertical de l'objecte (V) i la durada de l'activitat. Elevar càrregues per sobre d'aquesta freqüència màxima suposarà un valor d' $FM = 0$.

Vegeu també

Vegeu la taula «Factor de freqüència FM ».

1.4.14. Multiplicador de freqüència (*FM*)

El multiplicador de freqüència (*FM*) depèn tant de la freqüència (*F*) d'elevacions (elev./min) com de la localització vertical de la càrrega (*V*) en l'origen i la durada de la tasca:

| Freqüència | Curta | | Moderada | | Llarga | |
|------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | <i>V</i> < 75 cm | <i>V</i> ≥ 75 cm | <i>V</i> < 75 cm | <i>V</i> ≥ 75 cm | <i>V</i> < 75 cm | <i>V</i> ≥ 75 cm |
| <0,1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| ≤0,2 | 1,00 | 1,00 | 0,95 | 0,95 | 0,85 | 0,85 |
| 0,5 | 0,97 | 0,97 | 0,92 | 0,92 | 0,81 | 0,81 |
| 1,0 | 0,94 | 0,94 | 0,88 | 0,88 | 0,75 | 0,75 |
| 2,0 | 0,91 | 0,91 | 0,84 | 0,84 | 0,65 | 0,65 |
| 3,0 | 0,88 | 0,88 | 0,79 | 0,79 | 0,55 | 0,55 |
| 4,0 | 0,84 | 0,84 | 0,72 | 0,72 | 0,45 | 0,45 |
| 5,0 | 0,80 | 0,80 | 0,60 | 0,60 | 0,35 | 0,35 |
| 6,0 | 0,75 | 0,75 | 0,50 | 0,50 | 0,27 | 0,27 |
| 7,0 | 0,70 | 0,70 | 0,42 | 0,42 | 0,22 | 0,22 |
| 8,0 | 0,60 | 0,60 | 0,35 | 0,35 | 0,18 | 0,18 |
| 9,0 | 0,52 | 0,52 | 0,30 | 0,30 | 0,00 | 0,15 |
| 10,0 | 0,45 | 0,45 | 0,26 | 0,26 | 0,00 | 0,13 |
| 11,0 | 0,41 | 0,41 | 0,00 | 0,23 | 0,00 | 0,00 |
| 12,0 | 0,37 | 0,37 | 0,00 | 0,21 | 0,00 | 0,00 |
| 13,0 | 0,00 | 0,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 15,0 | 0,00 | 0,28 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| >15,0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Factor de freqüència *FM*

1.4.15. Procediment d'ajust de freqüències

Hi ha un procediment especial per determinar la freqüència d'elevacions (*F*) en tasques repetitives amb una durada inferior a 15 minuts, tasques en què el treballador aixeca càrregues durant períodes curts seguits de períodes de recuperació. En aquests casos la freqüència (*F*) s'ha de calcular mitjançant els passos següents:

- Computar el nombre total d'elevacions durant un període de 15 minuts.

- Dividir aquesta quantitat per 15.
- Utilitzar el valor resultant com la freqüència (F) per determinar el multiplicador de freqüència (FM) amb la taula «Factor de freqüència FM ».

$$\text{Freqüència} = \frac{\text{Freq. (aixecaments /minut)} \times \text{Durada (min.)}}{15 \text{ minuts}} \quad 3.3$$

Exemple

Suposem que un treballador ha de realitzar aixecaments de càrregues durant 5 minuts amb una freqüència de 6 elev./min cada 25 minuts durant tota la jornada. Seria un error determinar que la freqüència d'aixecaments és de 6 elev./min; cal ponderar aquesta freqüència en un temps de 15 minuts:

$$\text{Freqüència} = \frac{6 \text{ elev./min} \times 5 \text{ min}}{15 \text{ minuts}} = 2 \text{ elev./min.} \quad 3.4$$

Quan s'aplica aquest procediment especial, els períodes de recuperació (en el cas de l'exemple, els 5 minuts de recuperació) no es computaran com a períodes de recuperació, per al càlcul de la durada de la tasca.

Si un treballador realitza la tasca repetitiva d'elevat càrregues durant 1 minut, amb una freqüència de 10 elev./min seguides de 2 minuts de recuperació, el procediment correcte seria ajustar la freqüència segons el mètode anterior:

$$\text{Freqüència} = \frac{10 \text{ elev./min} \times 5 \text{ min}}{15 \text{ minuts}} = 3,4 \text{ elev./min.} \quad 3.5$$

Els 2 minuts del període de recuperació de cada cicle no es comptabilitzaran, per la qual cosa si el treballador segueix fent aquesta activitat durant 60 minuts (és a dir, fa 20 cicles seguits d'1 + 2 min), requerirà un període de recuperació posterior de 72 minuts perquè la tasca es consideri de curta durada.

Un altre cas que cal considerar són les tasques múltiples amb la mateixa freqüència, i en aquest cas s'ha de dividir la freqüència total per cadascuna de les tasques.

Si un operari manipula càrregues des d'una taula i les deixa a tres altures diferents d'un palet, amb una freqüència general de 3 caixes/min, la freqüència relativa per a cada caixa és d'1 elev./min.

Quan s'obtenen valors de freqüència que es troben entre dos punts de la taula FM, es pot optar per utilitzar el pitjor valor o, si es pot, fer una interpolació:

$$y_x = y_0 + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} (y_1 - y_0) \quad 3.6$$

En el cas anterior, per exemple, el càlcul seria el següent:

$$y_x = 0,75 + \frac{1,5-1}{2-1}(0,65-0,75) = 0,70 \quad 3.7$$

1.4.16. Facilitat de l'agafada de la càrrega

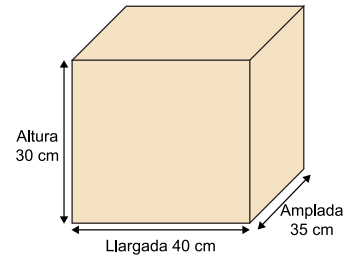
La naturalesa de l'agafada de la càrrega no només afecta la força que pot realitzar l'operari sobre la càrrega, sinó també la posició vertical d'agafada de l'objecte. Una bona agafada redueix al màxim les forces de compressió sobre l'objecte i millora l'*MLR*, mentre que una mala agafada, generalment, requerirà més forces de compressió sobre l'objecte i reduirà l'*MLR*.

Les dimensions recomanades per a una càrrega són les següents:

- **Llargada.** La longitud màxima d'una càrrega és de 60 cm, tot i que el més recomanable és que no superi els 40 cm (amplada de les espatlles).
- **Amplada.** L'amplada màxima ha de ser de 50 cm, tot i que el més recomanable és que no superi els 35 cm (tan a prop del cos com es pugui).
- **Altitud.** No ha d'impedir la visió ni obstaculitzar-la. El més recomanable és que no superi els 30 cm.

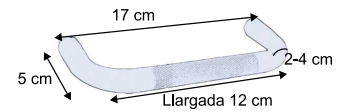
Les característiques de les càrregues i els sistemes d'agafada han de ser les següents:

- Càrrega sense sistema d'agafada
 - La seva mida òptima és la que s'indica a la il·lustració.
 - No ha de presentar cantells esmolats.
 - Les superfícies han de ser suaus i no relliscoses.
 - Ha de poder agafar-se amb els dits a 90°.
 - L'agafada ha de ser confortable, sense desviació de canell per pes excessiu.



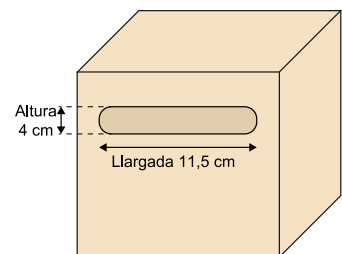
Exemple

- Nanses
 - Forma cilíndrica o de secció el·líptica.
 - La longitud (zona d'agafada) ha de ser ≥ 12 cm.
 - El diàmetre ha de ser d'entre 2 i 4 cm.
 - La folgança mínima per ficar els dits ha de ser de 5 cm.
 - No ha de presentar cantells esmolats.
 - La superfície ha de ser suau i no relliscosa.



Exemple

- Agafador buit
 - Ha de tenir forma semioval.
 - L'altura del buit ha de ser de ≥ 4 cm.
 - La longitud del buit ha de ser de $\geq 11,5$ cm.
 - L'espessor del material on es practica el buit ha de ser de $\geq 0,6$ cm.
 - La folgança mínima per ficar els dits ha de ser de 5 cm.
 - No ha de presentar cantells esmolats.
 - La superfície ha de ser suau i no relliscosa.



Exemple

L'efectivitat de l'agafada no és estàtica, pot variar en funció de la distància vertical, fent que una bona agafada pugui convertir-se en una de dolenta durant un aixecament. Per tant, cal considerar el moviment complet de la càrrega per determinar la qualitat de l'agafada. L'ergònom ha de classificar l'agafada com a bona, regular o dolenta segons les categories definides a la taula següent; en cas de dubte, s'escollirà la classificació més desfavorable:

| | | |
|------------------------|---|--|
| Agafada bona | Recipients amb disseny òptim, amb nanses o agafadors perforats adequats. | Peces soltes o irregulars, que no solen anar en caixes, amb la condició que la mà pugui abastar-les (2). |
| Agafada regular | Caixes amb disseny òptim, però amb nanses o agafadors perforats de disseny regular. | Caixes amb disseny òptim sense nanses ni agafadors perforats, peces soltes o irregulars en què l'agafada permeti la flexió del palmell de la mà a 90°. |
| Mala agafada | Caixes amb un disseny inadequat, peces soltes, objectes irregulars difícils d'agafar, voluminosos o amb vores afilades (1). | Recipients deformables (bosses, sacs...). |

Multiplicador d'agafada.

(1) Es considera que una caixa té un disseny inadequat quan té una longitud del frontal >40 cm, altura >30 cm, o si la seva superfície és rugosa o lliscant, el seu centre de gravetat és asimètric, el contingut inestable o la seva manipulació implica l'ús de guants.

(2) Es consideren peces soltes i assequibles aquelles que poden ser agafades còmodament per l'operari sense desviacions excessives del canell, postures forçades i una agafada que no requereixi força excessiva.

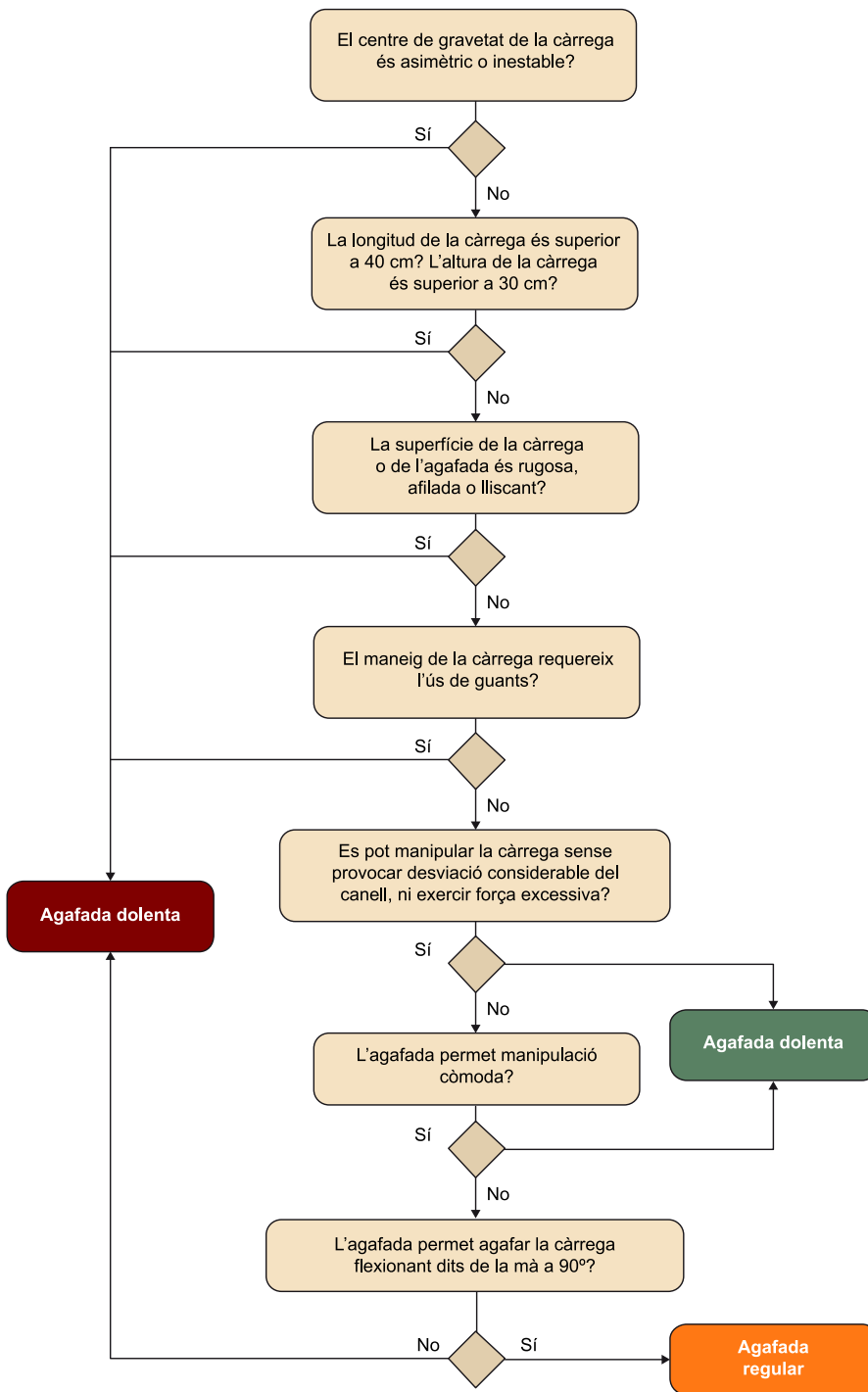
1.4.17. Multiplicador d'agafada

Basat en la classificació del tipus d'agafada i la localització vertical de la càrrega, el multiplicador d'agafada (*CM*) es determina segons la taula següent:

| Tipus d'agafada | Multiplicador d'agafada | |
|-----------------|-------------------------|----------------|
| | $V < 75$ cm | $V \geq 75$ cm |
| Bona | 1,00 | 1,00 |
| Regular | 0,95 | 1,00 |
| Dolenta | 0,90 | 0,90 |

Multiplicador d'agafada *CM*

L'arbre de decisions següent pot ser útil per a la classificació dels tipus d'agafada:



1.4.18. Multiplicador de manipulació amb una mà

Aquest factor penalitza, segons es pot veure a la taula següent. Cal tenir en compte, a més, que la manipulació manual de càrregues amb una mà sol combinar-se amb manipulacions entre dues persones:

| Tipus d'agafada | Multiplicador OM |
|--------------------|------------------|
| Agafada amb una mà | 0,6 |

Valors del multiplicador OM

| Tipus d'agafada | Multiplicador <i>OM</i> |
|---------------------------|-------------------------|
| Agafada amb les dues mans | 1,0 |

Valors del multiplicador *OM*

1.4.19. Multiplicador d'operacions amb més d'una persona

Si la manipulació manual de càrregues la fa una sola persona, $PM = 1$; però si la fan entre diversos treballadors, es divideix el pes real de la càrrega (massa real, MR) entre el nombre de persones i el factor de PM prendrà el valor de 0,85, tal com s'estableix a la taula següent:

| Nombre de persones | Multiplicador <i>PM</i> |
|--|-------------------------|
| Manipulació realitzada per una persona | 1,00 |
| Manipulació realitzada entre diversos treballadors | 0,85 |

Valors del multiplicador *PM*

Explicació

El mètode considera que quan hi ha dues o més persones movent una càrrega, es perd un 15% de capacitat de càrrega per diferències en el repartiment del pes.

Exemple

Una càrrega de 25 kg aixecada entre dues persones suposa una càrrega real d' $MR = 12,5$ kg, i per calcular l' MLR s'utilitzarà un valor de PM de 0,85. Suposant que totes les variables estan en les condicions ideals, es tindria:

$$MLR = M. ref \times VM \times DM \times HM \times AM \times CM \times FM \times OM \times PM \quad 3.8$$

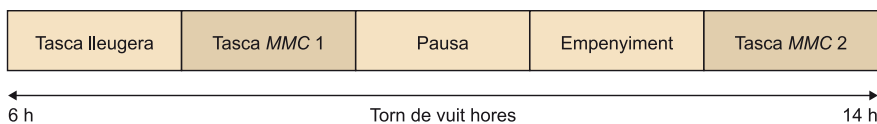
$$MLR = 25 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,85 = 21,25 \text{ kg} \quad 3.9$$

$$IL = \frac{\text{Massa real de la càrrega (kg)}}{\text{Massa límit recomenada (kg)}} = \frac{12,5}{21,25} = 0,58 \quad 3.10$$

Per tant, es tractaria d'una situació de risc acceptable. En cas de mobilitzar la càrrega un sol treballador, l' $IA = 1$, la qual cosa comportaria una situació de risc moderat.

1.5. Organització del treball

Abans d'iniciar l'avaluació ergonòmica de manipulació manual de càrregues, s'ha de realitzar una anàlisi de l'organització del treball. S'han de conèixer totes les tasques que realitza el treballador al llarg de tot el seu torn i identificar les que puguin suposar una sobrecàrrega biomecànica de tipus lumbar, sigui per MMC per empenyiment o arrossegament, per exercir forces, tasques de càrrega lleugera, control visual, moviments repetitius, etc. Aquesta informació es pot plasmar de manera gràfica d'una manera senzilla:

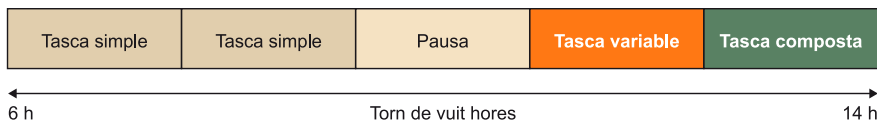


Es poden donar tres situacions diferents d'MMC segons les variacions d'origen i destinació o de pesos:

| Tipus de tasca | Descripció | Índex de risc (IR) |
|----------------|--|----------------------------------|
| Tasca simple | Manipulació de pesos constants amb el mateix origen i destinació. | IA: índex d'aixecament |
| Tasca composta | Manipulació de pesos constants posicionats en diferents geometries, nivells d'altura o de profunditat. | IAC: índex d'aixecament compost |
| | Manipulació de pesos variables amb geometries constants. | |
| Tasca variable | Manipulació de pesos diferents, amb diferents punts d'altura i profunditat en l'origen i col·locats en diferents punts d'altura i profunditat en destinació. | IAV: índex d'aixecament variable |

Tipus de tasques d'MMC segons pesos i geometries

Cadascuna de les tasques identificades dins del torn de treball haurà de classificar-se segons aquesta descripció, ja que el mètode d'avaluació és diferent.



1.5.1. Tasca simple

Identifiquem com a tasca simple aquella tasca en la qual el pes de la càrrega és constant i la geometria de l'origen i la destinació (altura de la càrrega i distància al cos) no varien significativament. També es considera tasca simple aquella en què es realitza una única manipulació de càrregues en el torn. En cas de manipular diverses càrregues de diferents pesos, també es podria utilitzar aquest mètode quan es pretengui avaluar la pitjor manipulació de totes.

Nota

Les variacions de pes inferiors a 1 kg no es podran contemplar com a tasques simples, ja que variacions de pes tan petites no suposen una diferència significativa en el resultat final.

Exemple

Col·locar sacs en un palet: l'altura inicial sempre és la mateixa, però la final varia a mesura que es conforma el palet.

1.5.2. Tasca composta

En les tasques compostes es manipulen càrregues amb diferents orígens i destinacions. També es consideren compostes les tasques si comporten canvis de distàncies horitzontals, angles d'asimetria o qualitat de l'agafada entre manipulacions.

Cadascuna d'aquestes tasques es denomina **subtasca**. Una tasca composta no ha de tenir més de 10 subtasques; en cas contrari, s'haurà d'avaluar com a tasca variable.

1.5.3. Tasca variable

Una tasca variable pot variar tant en pesos com en altures d'origen i destinació, distàncies horitzontals, asimetria o qualitat de l'agafada.

Aquest tipus de tasques també estan compostes de subtasques, però, a diferència de les tasques compostes, sí que n'hi pot haver més de deu.

Exemple

La descàrrega d'un camió que conté caixes de diferents pesos i mides i que es col·loquen en prestatgeries a diferents altures.

1.6. Avaluació de riscos per a tasques simples

Es tracta del procediment més senzill d'avaluació d'MMC i molt probablement trobarem pocs casos que es puguin resoldre com a tasques simples en l'àmbit industrial.

El mètode de càlcul consisteix a determinar l'índex d'aixecament (*IA*) per mitjà del càlcul de la massa límit recomanada (*MLR*) i de la massa real (*MR*), tal com s'explica a l'apartat «Índex d'aixecament (*IA*)».

1.7. Procediment d'anàlisi per a tasques compostes

El procediment d'anàlisi per a tasques compostes està dissenyat per determinar els efectes additius de totes les tasques de manipulació manual de càrregues (recordem que no poden ser més de deu). Aquest mètode permet dos procediments:

- **Procediment 1** (és el recomanat). Consisteix a avaluar cada tasca simple per separat per, després, calcular l'*IAC*, que representa les demandes col·lectives de totes les tasques del treball. L'*IAC* és igual a l'índex d'aixecament individual més elevat, al qual s'ha de sumar un increment de cada *IA* de la resta de les tasques contemplades.
- **Procediment 2**. Consisteix a avaluar únicament la tasca amb més risc o exigències seguint el procediment de tasques simples. Si l'objectiu de l'avaluació és evidenciar que hi ha un problema, aquest procediment pot

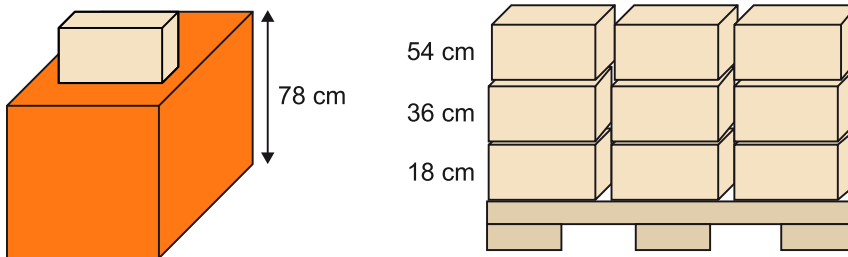
ser suficient, ja que l'IAC sempre serà superior a l'IA de la subtasca més exigent.

1.7.1. Pas 1

S'ha de determinar l'índex d'aixecament (IA) de cada tasca independentment. En cas que hi hagi tares amb control en la destinació, s'haurà de determinar l'IA_{origen} i l'IA_{destinació}, i s'escollirà el més gran de tots dos.

Recordeu

La freqüència s'ha de dividir entre el nombre de subtasques. Així, per exemple, una tasca en què es manipulen càrregues amb una freqüència de 3 elev./min agafant caixes d'una taula i deixant-les en un palet a tres altures diferents seria una tasca composta, amb tres subtasques. La freqüència relativa de cada subtasca és d'1 elev./min, i aquest serà el valor que s'ha d'interpol·lar a la taula de freqüències per a cada subtasca.



1.7.2. Pas 2

Una vegada calculats els IA de cada subtasca, es realitzarà el següent:

- **Ordenar** de major a menor els IA de les subtasques de cada tasca; és a dir, si tenim una tasca composta per tres subtasques, s'obtidran tres índexs d'aixecament que hauran d'ordenar-se de major a menor: $IA_1 > IA_2 > IA_3$.
- **Determinar l'índex d'aixecament independent de la freqüència (IAIF).** Calcularem l'MLR de cada subtasca sense tenir en compte la freqüència (FM). O, senzillament, es realitza el càlcul següent:

$$IAIF_i = IA_i \times FM_i \quad 3.11$$

Lectura de la fórmula

IA_i: índex d'aixecament de la tasca i

FM_i: multiplicador de freqüència de la tasca i

- **Calcular l'índex compost IAC de la tasca.** Aquest índex es calcula mitjançant la fórmula següent:

| Subtasca | Índex d'aixecament | Índex d'aixecament independent de la freqüència |
|------------|--------------------|---|
| Subtasca 1 | IA ₁ | IAIF ₁ |

$IA_1 > IA_2 > IA_3$

| Subtasca | Índex d'aixecament | Índex d'aixecament independent de la freqüència |
|------------|--------------------|---|
| Subtasca 2 | IA_2 | $IAIF_2$ |
| Subtasca 3 | IA_3 | $IAIF_3$ |

$IA_1 > IA_2 > IA_3$

$$IAC = AA_1 + \sum \Delta IA \quad 3.12$$

$$\begin{aligned} \sum \Delta IA = & (IAIF_2 \times (\frac{1}{FM_{1,2}} - \frac{1}{FM_1})) + (IAIF_3 \times (\frac{1}{FM_{1,2,3}} - \frac{1}{FM_{1,2}})) + \dots \\ & + (IAIF_n \times (\frac{1}{FM_{1,2,3,\dots,n}} - \frac{1}{FM_{1,2,\dots,(n-1)}})) \end{aligned} \quad 3.13$$

Lectura de la fórmula

IAC : índex d'aixecament compost de la tasca múltiple

IA_1 : índex d'aixecament de la tasca simple amb més índex

$IAIF_2$: índex d'aixecament independent de la freqüència, de la segona subtasca amb més IA

$FM_{1,2,3}$: factor de freqüència (FM) en el qual se sumen les freqüències de les tasques 1, 2 i 3

Exemple

Tenim una tasca múltiple amb tres subtasques (1, 2 i 3). Hem de calcular la freqüència acumulada de les tasques i ordenar els IA de major a menor; amb el valor obtingut, es consulta la taula «Factor de freqüència FM » per determinar el factor del multiplicador de freqüències de la tasca i . Suposem una tasca amb una freqüència total de 3 elev./min, amb una durada moderada i els resultats següents:

- Subtasca 1: $IA_1 = 2,10$; $IAIF_1 = 1,85$; 1 elev./min; $FM_1 = 0,88$
- Subtasca 2: $IA_2 = 2,01$; $IAIF_2 = 1,77$; 2 elev./min; $FM_{1,2} = 0,84$
- Subtasca 3: $IA_3 = 1,63$; $IAIF_3 = 1,43$; 3 elev./min; $FM_{1,2,3} = 0,79$

| Freqüència | Moderada |
|------------|----------------|
| | $V \geq 75$ cm |
| 1,0 | 0,88 |
| 2,0 | 0,84 |
| 3,0 | 0,79 |

Tot i que les tres subtasques tenen una freqüència relativa d'1 elev./min, s'han sumat les freqüències, de manera que la subtasca 2 té una freqüència d' $1 + 1 = 2$ i la subtasca 3, d' $1 + 1 + 1 = 3$. Així obtenim els valors d' $FM_{1,2}$ i $FM_{1,2,3}$, respectivament. D'aquesta manera es pot calcular el ΔIA , segons l'ordre de major a menor. Una vegada es van sumant les freqüències es calcula el factor de freqüència amb les taules:

$$\sum \Delta IA = \left(1,77 \times \left(\frac{1}{0,84} - \frac{1}{0,88}\right)\right) + \left(1,43 \times \left(\frac{1}{0,79} - \frac{1}{0,84}\right)\right) = 0,20 \quad 3.14$$

$$IAC = IA_1 + \sum \Delta IA = 2,10 + 0,20 = 2,30 \quad 3.15$$

1.7.3. Exemple de càlcul per a tasques compostes

Presentem un exemple com a compilació del que s'ha explicat respecte a les tasques compostes.

La tasca consisteix a agafar sacs de 25 kg (65 x 38 x 18 cm) d'una cinta a 120 cm d'altura i col·locar-los sobre un palet en tres capes, deixant-los caure des d'una altura aproximada de 80 cm (no hi ha control significatiu en la destinació) amb una freqüència mitjana de 30 sacs en 20 minuts (1,5 elev./min). La durada de la tasca és de quatre hores (tasca llarga), l'agafada dels sacs és dolenta i la tasca la duu a terme un home de quaranta anys.





Resum de les dades:

| Variable | Altura 1 | Altura 2 | Altura 3 |
|---|----------|----------|----------|
| Massa de referència, <i>M. ref</i> (kg) | | 25 | |
| Massa real, <i>MR</i> (kg) | | 25 | |
| <i>H</i> (cm) | 30 | 30 | 30 |
| <i>V</i> _{inicial} (cm) | 120 | 120 | 120 |
| <i>V</i> _{final} (cm) | 15 | 33 | 51 |
| <i>D</i> (cm) | 105 | 87 | 69 |
| <i>A</i> (graus) | 5 | 5 | 5 |
| Freqüència (rep./min) | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Agafada | Dolenta | Dolenta | Dolenta |

Es pot considerar que aquesta és una tasca composta, ja uqe està formada per tres tasques simples: altura inferior, mitjana i superior d'apilament.

Amb aquestes variables s'han calculat tots els factors de multiplicació de l'equació:

$$MLR = M.ref \times VM \times DM \times HM \times AM \times CM \times FM \times OM \times PM \quad 3.16$$

| Coefficient | Altura 1 | Altura 2 | Altura 3 |
|---|----------|----------|----------|
| $VM = 1 - 0.003 IV - 75I$ | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| $DM = 0,82 + 4,5/D$ | 0,86 | 0,87 | 0,89 |
| $HM = 25/H$ | 0,83 | 0,83 | 0,83 |
| $AM = 1 - 0,0032 A$ | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| <i>CM</i> (vegeu tipus d'agafada i <i>V</i>) | 0,90 | 0,90 | 0,90 |
| <i>FM</i> (vegeu taules) | 0,81 | 0,81 | 0,81 |
| <i>OM</i> (es manipula amb dues mans] | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| <i>PM</i> (un sol treballador) | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

| Coefficient | Altura 1 | Altura 2 | Altura 3 |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| $MLR = 25 \times VM \times DM \times HM \times AM \times CM \times OM \times PM \times FM$ | 11,15 | 11,27 | 11,44 |
| $IA = MR / MLR$ | 2,24 | 2,22 | 2,18 |
| $IAIF = IA / FM$ | 1,82 | 1,80 | 1,77 |

Com es pot observar, les tres tasques ja estan ordenades de major a menor.

L'índex d'aixecament compost dels tres aixecaments es calcula com s'indica a continuació:

$$\sum \Delta IS = \left(IAIF_2 \times \left(\frac{1}{FM_{1,2}} - \frac{1}{FM_1} \right) \right) + \left(IAIF_3 \times \left(\frac{1}{FM_{1,2,3}} - \frac{1}{FM_{1,2}} \right) \right) \quad 3.17$$

$$\sum \Delta IS = 1,80 \times \left(\frac{1}{0,75_{1,2}} - \frac{1}{0,81_1} \right) + 1,77 \times \left(\frac{1}{0,65_{1,2,3}} - \frac{1}{0,75_{1,2}} \right) = 0,18 + 0,21 = 0,38 \quad 3.18$$

$$IAC = IA_1 + \sum \Delta IA = 2,24 + 0,38 = 2,62 \quad 3.19$$

Lectura de la fórmula

0,691; 0,75 i 0,81 són els valors d'*FM* per a les freqüències d'1,5 elevacions/min, 1,0 elevacions/min i 0,5 elevacions/min, respectivament.

El valor de 0,69 està interpolat en la taula del multiplicador d'*FM* mitjançant la fórmula per a la interpolació de freqüències:

$$y_x = y_0 + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} (y_1 - y_0) \quad 3.20$$

$$y_x = y_0 + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} (y_1 - y_0) \quad 3.21$$

1.8. Avaluació del risc per a tasques variables

Aquesta avaluació pretén obtenir l'índex d'aixecament variable (*IAV*), i per fer-ho es necessita una llista de tots els pesos i freqüències de manipulació obtinguts del registre de producció (en cas de descàrrega de camió pot obtenir-se fàcilment de l'albarà de descàrrega). En cas de no disposar d'aquesta dada, s'ha d'estimar a partir d'un mostreig representatiu de l'activitat.

En aquest mètode, cada tasca també està composta per subtasques simples, però, a diferència de l'*IAC*, l'*IAV* no es limita a deu subtasques.

El procediment de càlcul de l'*IAV* consisteix a determinar sis subtasques virtuals representatives de l'exigència de la tasca i aplicar una fórmula anàloga a la de l'*IAC*.

1.8.1. Pas 1

En aquest pas es realitzaran les accions següents:

- Calcular l'*IA* de cadascuna de les subtasques (equivalent al pas 1 de les tasques compostes).
- Calcular l'*IAIF* de cada tasca (equivalent al pas 2 de les tasques compostes).
- Determinar el rang del conjunt de valors *IAIF*.
- Dividir el rang dels *IAIF* en sis categories.

La definició dels rangs ha de tenir en compte la variabilitat dels valors, per la qual cosa s'utilitzarà l'equació següent:

$$\lambda = \frac{IAIF_{m\grave{a}x} - IAIF_{m\grave{i}n}}{6} \quad 3.22$$

Les tasques amb un *IAIF* que es trobi dins d'un rang quedaran agrupades a la mateixa categoria.

1.8.2. Pas 2

En aquest pas es convertiran cadascuna de les sis categories d'*IAIF* en una «subtasca virtual», per la qual cosa es duran a terme les accions següents:

- Determinar la freqüència de les manipulacions de cadascuna de les categories d'*IAIF*. A cada categoria se li assignarà una freqüència de manipulació igual a la suma de les freqüències de cadascuna de les subtasques que en formen part.
- Assignar un valor d'*IAIF* representatiu a cada categoria. A la categoria que agrupa els valors d'*IAIF* majors se'ls assignarà el valor màxim *IAIF* de les subtasques que el componen; a la resta de categories se'ls assignarà com a valor d'*IAIF* representatiu la mitjana aritmètica dels valors d'*IAIF* de cadascuna de les subtasques que el componen.

Cada subtasca virtual queda representada per un valor d'*IAIF* i una freqüència de manipulacions; és a dir, es configuren sis subtasques virtuals que representen i equivalen a l'exigència del conjunt de subtasques que componen la tasca.

1.8.3. Pas 3

Es considera que cada subtasca virtual equival a una subtasca d'una tasca composta, de manera que l'IAV es calcula mitjançant la fórmula que ja coneixem:

$$IAV = IA_1 + \sum \Delta IA \quad 3.23$$

$$\begin{aligned} \sum \Delta IA = & (IAIF_2 \times (\frac{1}{FM_{1,2}} - \frac{1}{FM_1})) + (IAIF_3 \times (\frac{1}{FM_{1,2,3}} - \frac{1}{FM_{1,2}})) + \dots \\ & + (IAIF_n \times (\frac{1}{FM_{1,2,3..n}} - \frac{1}{FM_{1,2..(n-1)}})) \end{aligned} \quad 3.24$$

1.8.4. Exemple de càlcul per a tasques variables

Presentem un exemple com a compilació del que s'ha explicat respecte a les tasques variables.

La tasca consisteix en la descàrrega de camions per part d'un operari. La tasca dura 30 minuts i es recullen dades d'altures inicials, finals, tipus d'agafada i asimetria. Per als pesos i la freqüència es va demanar a l'empresa que aportés l'albarà de descàrrega amb els productes i les quantitats descarregades. A partir d'aquí, es van pesar aquests productes amb una bàscula i es van determinar les freqüències (embalums descarregats entre temps de descàrrega).

| Producte | Pes (kg) | Quantitat | Freqüència | FM |
|-------------------------------|----------|-----------|------------|------|
| Caixa de carn | 17,2 | 7 | 0,23 | 1,00 |
| Caixa de patates | 12,9 | 30 | 1,00 | 0,94 |
| Caixa de formatge blau | 4,3 | 2 | 0,07 | 1,00 |
| Caixa d'anells de ceba | 10,5 | 2 | 0,07 | 1,00 |
| Caixa de pollastre | 14,5 | 2 | 0,07 | 1,00 |
| Caixa de nuggets | 7,1 | 5 | 0,17 | 1,00 |
| Bosses take away | 13,5 | 3 | 0,10 | 1,00 |
| Cartrons take away | 6,3 | 1 | 0,03 | 1,00 |
| Caixa de papers d'hamburguesa | 11 | 1 | 0,03 | 1,00 |
| Caixa de gots de paper | 12,3 | 1 | 0,03 | 1,00 |
| Caixa de galetes | 5,1 | 1 | 0,03 | 1,00 |
| Caixa de caramels | 7,7 | 1 | 0,03 | 1,00 |
| Caixa de gelats | 10,9 | 10 | 0,33 | 0,98 |
| Caixa de formatge en rodanxes | 13,6 | 2 | 0,07 | 1,00 |

Notes

La freqüència es calcula dividint la quantitat entre 30 minuts (que és el temps de descàrrega del camió) i s'interpolava a la taula «Factor de freqüència FM» per obtenir l'FM.

A partir de les dades, ja podem calcular l'IA i l'IAIF de cada subtasca (per simplificar l'exemple, no es presenten els càlculs, només el resultat):

| Producte | IA | IAIF | Freqüència |
|-------------------------------|------|------|------------|
| Caixa de formatge en rodanxes | 0,22 | 0,22 | 0,07 |
| Caixa de galetes | 0,26 | 0,26 | 0,03 |
| Cartrons <i>take away</i> | 0,32 | 0,32 | 0,03 |
| Caixa de <i>nuggets</i> | 0,36 | 0,36 | 0,17 |
| Caixa de caramels | 0,39 | 0,39 | 0,03 |
| Caixa de cercols de ceba | 0,53 | 0,53 | 0,07 |
| Caixa de gelats | 0,55 | 0,53 | 0,33 |
| Caixa de papers d'hamburguesa | 0,55 | 0,55 | 0,03 |
| Caixa de gots de paper | 0,62 | 0,62 | 0,03 |
| Caixa de patates | 0,65 | 0,61 | 1,00 |
| Bosses <i>take away</i> | 0,68 | 0,68 | 0,10 |
| Caixa de formatge blau | 0,68 | 0,68 | 0,07 |
| Caixa de pollastre | 0,73 | 0,73 | 0,07 |
| Caixa de carn | 0,86 | 0,86 | 0,23 |

Ara calculem el rang d'IAIF amb l'equació següent:

$$\lambda = \frac{IAIF_{m\grave{a}x} - IAIF_{m\grave{i}n}}{6} = \frac{0,86 - 0,22}{6} = 0,107 \quad 3.25$$

I dividim en sis subcategories, segons el rang calculat:

| Núm. | Rang | Producte | Freqüència | FM | IAIF |
|------|-----------|--|------------|--|------|
| 1 | 0,22-0,32 | Caixa de formatge en rodanxes Caixa de galetes Cartrons <i>take away</i> | 0,13 | $FM_1 = 1,00$ | 0,26 |
| 2 | 0,32-0,43 | Caixa de <i>nuggets</i> Caixa de caramels | 0,20 | $FM_{1,2} = 0,98$ Freq.: $0,13 + 0,20 = 0,33$ | 0,37 |
| 3 | 0,43-0,53 | -- | -- | -- | -- |
| 4 | 0,53-0,64 | Caixa d'anelles de ceba Caixa de gelats | 0,47 | $FM_{1,2,4} = 0,95$ Freq.: $0,33 + 0,47 = 0,80$ | 0,56 |

| Núm. | Rang | Producte | Freqüència | FM | IAIF |
|------|-----------|-------------------------------|------------|--|------|
| | | Caixa de papers d'hamburguesa | | | |
| | | Caixa de gots de paper | | | |
| 5 | 0,64-0,75 | Caixa de patates | 1,17 | $FM_{1,2,4,5} = 0,91$ Freq.: $0,80 + 1,17 = 1,97$ | 0,68 |
| | | Bosses take away | | | |
| | | Caixa de formatge blau | | | |
| 6 | 0,75-0,86 | Caixa de pollastre | 0,30 | $FM_{1,2,4,5,6} = 0,90$ Freq.: $1,97 + 0,30 = 2,27$ | 0,86 |
| | | Caixa de carn | | | |

Notes

Com es pot observar, hi ha una subcategoria buida, per la qual cosa ens quedem amb cinc.

La columna de freqüències es correspon amb la suma de totes les freqüències.

La columna d'IAIF es correspon amb les categories següents:

- Les categories d'1 a 5: la mitjana aritmètica de tots els IAIF.
- La categoria 6: com que és la més gran, s'agafa el valor d'IAIF més alt.

Una vegada sumades les freqüències, es torna a calcular l'FM amb les taules d'aquest multiplicador i, mitjançant l'equació següent, ja es pot calcular l'IAV:

$$\sum \Delta IA = IAIF_1 \times \left(\frac{1}{FM_{1,2}} - \frac{1}{FM_1} \right) + IAIF_2 \times \left(\frac{1}{FM_{1,2,4}} - \frac{1}{FM_{1,2}} \right) + IAIF_4 \times \left(\frac{1}{FM_{1,2,4,5}} - \frac{1}{FM_{1,2,4}} \right) + IAIF_6 \times \left(\frac{1}{FM_{1,2,4,5,6}} - \frac{1}{FM_{1,2,4,5}} \right) \quad 3.26$$

$$\sum \Delta IA = 0,26 \times \left(\frac{1}{0,98} - \frac{1}{1} \right) + 0,37 \times \left(\frac{1}{0,95} - \frac{1}{0,98} \right) + 0,56 \times \left(\frac{1}{0,91} - \frac{1}{0,95} \right) + 0,68 \times \left(\frac{1}{0,90} - \frac{1}{0,91} \right) \quad 3.27$$

$$\sum \Delta IA = 0,051 \quad 3.28$$

$$IAV = IA_6 + \sum \Delta IL = 0,86 + 0,051 = \mathbf{0,91} \quad 3.29$$

1.9. Índex d'aixecament per exposició general (IAE)

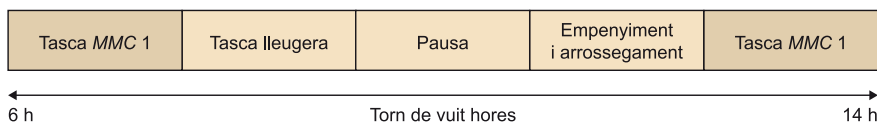
Fins ara s'han valorat els nivells de risc de tasques simples, compostes i variables; l'índex d'aixecament per exposició general (IAE) d'un treballador unifica el risc de totes les tasques de manipulació manual de càrregues de tota la jornada.

1.9.1. Torn amb una tasca de manipulació

Es considera que el torn té una sola tasca de manipulació quan el treballador desenvolupa una única tasca, sigui simple, composta o variable, al llarg del torn, encara que ho faci en diferents períodes de temps. En aquests casos l'IAE equival a l'índex de risc de la tasca. És a dir:

| | |
|-------------------|-------------|
| Tasques simples | $IAE = IA$ |
| Tasques compostes | $IAE = IAC$ |
| Tasques variables | $IAE = IAV$ |

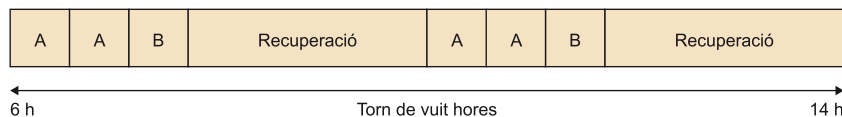
Vegem un exemple d'aplicació:



1.9.2. Torn amb diverses tasques de manipulació (IAS)

Aquesta situació es presenta quan el treballador realitza rotacions, canvis de lloc de treball, durant la jornada laboral. És a dir, realitza una tasca d'MMC simple, composta o variable i, passat un temps, en fa una altra de diferent amb una altra seqüència de manipulacions.

Exemple amb dues tasques



A la il·lustració, s'ha dividit la jornada laboral en vuit períodes d'una hora i podem veure que hi ha dues tasques d'MMC diferents (A i B) i dos períodes de recuperació (quarta i vuitena hora).

Si prenguéssim com a índex de risc l'IA més elevat, estaríem sobreestimant el risc, perquè estaríem suposant que realitza aquesta tasca durant tota la jornada i, no obstant això, només la duu a terme durant una hora seguida amb el

| Tasca | IA | IA _{màx} |
|----------|------------|---------------------------|
| Tasca A1 | IA1 = 0,65 | IA _{màx1} = 0,72 |
| Tasca B2 | IA2 = 0,51 | IA _{màx2} = 0,60 |
| Tasca A3 | IA3 = 0,65 | IA _{màx3} = 0,72 |
| Tasca A4 | IA4 = 0,65 | IA _{màx4} = 0,72 |
| Tasca B5 | IA5 = 0,51 | IA _{màx5} = 0,60 |
| Tasca A6 | IA6 = 0,65 | IA _{màx6} = 0,72 |

Una vegada obtinguts els IA_{màx} de cada tasca, s'han d'ordenar de major a menor i es genera una taula com la següent:

| Tasca | IA | IA _{màx} |
|----------|------------|---------------------------|
| Tasca A1 | IA1 = 0,65 | IA _{màx1} = 0,72 |
| Tasca A3 | IA3 = 0,65 | IA _{màx3} = 0,72 |
| Tasca A4 | IA4 = 0,65 | IA _{màx4} = 0,72 |
| Tasca A6 | IA6 = 0,65 | IA _{màx6} = 0,72 |
| Tasca B2 | IA2 = 0,51 | IA _{màx2} = 0,60 |
| Tasca B5 | IA5 = 0,51 | IA _{màx5} = 0,60 |

Taula amb els IA ordenats

Finalment, es calcula l'IAS, que coincidirà amb l'IAE, mitjançant l'equació següent:

$$IAE = IAS = IA_1 + (IA_{màx1} - IA_1) \times K \quad 3.30$$

On:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} IA_{màx1} \times TF_i}{IA_{màx1}} \quad 3.31$$

TF és la fracció de temps de la tasca *i* dins de la seqüència de tasques.

Seguint amb l'exemple anterior:

$$TF_A = \frac{240 \text{ min}}{480 \text{ min}} = 0,5 \quad 3.32$$

$$TF_B = \frac{120 \text{ min}}{480 \text{ min}} = 0,25 \quad 3.33$$

Per al càlcul s'han pres els vuit períodes de 60 minuts (inclòs el descans) i les vegades que es realitzen les tasques A i B respectivament, amb la qual cosa el càlcul de K queda de la manera següent:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} IA_{m\grave{a}x1} \times TF_i}{IA_{m\grave{a}x1}} \quad 3.34$$

$$K = \frac{0,72 \cdot 0,5 + 0,72 \cdot 0,5 + 0,72 \cdot 0,5 + 0,72 \cdot 0,5 + 0,60 \cdot 0,25 + 0,60 \cdot 0,25}{0,72} = 2,41 \quad 3.35$$

Per tant, l'IAE quedarà de la manera següent:

$$IAE = IAS = IA_1 + (IA_{m\grave{a}x1} - IA_1) \times K \quad 3.36$$

$$IAE = 0,65 + (0,72 - 0,65) \times 2,41 = 0,82 \quad 3.37$$

L'índex de risc global de la jornada del treballador és $IR = 0,82$, la qual cosa correspon a una tasca de risc baix o tolerable:

| Índex de risc (IA, IAC, IAV, IAS) | Valoració |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| $IR \leq 0,85$ | Nivell de risc baix o tolerable |
| $0,85 < IR \leq 1$ | Nivell de risc significatiu o moderat |
| $IR > 1$ | Nivell de risc inacceptable |

2. Transport de càrregues

Pel que fa al transport de càrregues, la norma ISO 11228-1 estableix un límit de massa acumulada que pot ser transportada durant un determinat temps; és a dir, la norma estableix un límit o màxim diari per persona, en funció de la distància transportada. Si els requeriments d'un lloc de treball superen aquests valors límit, el risc es considera significatiu.

2.1. Valor límit de massa acumulada per dia

Per calcular la massa total transportada, n'hi ha prou a multiplicar la massa transportada per la freqüència de transport. Tots dos valors estan limitats:

- La massa de referència no ha de superar els 25 kg.
- La freqüència de transports no pot superar les 15 vegades/min.

En condicions ideals, el límit recomanat per a la massa acumulada transportada manualment és:

- 10.000 kg en 8 h per a distàncies de transport de <20 m.
- 6.000 kg en 8 h per a distàncies de transport de ≥ 20 m.

2.2. Valor límit de massa acumulada relatiu a la distància

El transport manual, en condicions ideals, estableix el límit recomanat de massa acumulada en relació amb la distància de transport, sobre la base de la relació següent:

- Kg/min: protegeix l'excés de càrrega local.
- Kg/h: protegeix l'excés de càrrega general.
- Kg/8 h: limita el risc a llarg termini.

Els límits no són simples multiplicacions, ja que els riscos a curt, mitjà i llarg termini són qualitativament diferents:

| Distància de transport | Freq. transport ($f_{m\grave{a}x}$) | Massa acumulada ($M_{m\grave{a}x}$) | | | Exemples de casos límit |
|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------|--------|----------------------------|
| | Min ⁻¹ | Kg/min | Kg/h | Kg/8 h | |
| 20 | 1 | 15 | 750 | 6.000 | 5 kg x 3 vegades/ minut |
| | | | | | 15 kg x 1 vegada/ minut |
| | | | | | 25 kg x 0,5 vegades/ minut |
| 10 | 2 | 30 | 1.500 | 10.000 | 5 kg x 6 vegades/ minut |
| | | | | | 15 kg x 2 vegades/ minut |
| | | | | | 25 kg x 1 vegades/ minut |
| 4 | 4 | 60 | 3.000 | 10.000 | 5 kg x 12 vegades/ minut |
| | | | | | 15 kg x 4 vegades/ minut |
| | | | | | 25 kg x 1 vegada/ minut |
| 2 | 5 | 75 | 4.500 | 10.000 | 5 kg x 15 vegades/ minut |
| | | | | | 15 kg x 5 vegades/ minut |
| | | | | | 25 kg x 1 vegada/ minut |
| 1 | 8 | 120 | 7.200 | 10.000 | 5 kg x 15 vegades/ minut |
| | | | | | 15 kg x 8 vegades/ minut |
| | | | | | 25 kg x 1 vegada/ minut |

Límits recomanats per a la massa acumulada en relació amb el transport

Notes

- En el càlcul de la massa acumulada per a la població laboral en general, es considera una massa de referència de 15 kg a una freqüència de 15 vegades/min.
- La massa acumulada total d'aixecament manual i transport no ha de superar els 10.000 kg/dia, independentment de la durada diària del treball.
- 23 kg està inclòs en la massa de 25 kg.
- Els exemples mostren els límits en kg/min, però no sempre es pot aplicar a causa dels límits de massa màxima (5 kg x 15 vegades/min = 75 kg/min, a una distància màxima d'1 metre i on els 25 kg no es poden aixecar més d'una vegada per minut).

- Els límits de massa màxima i de freqüència tenen prioritat sobre la resta de variables; si la distància de transport no es pot disminuir, s'ha de modificar la massa i/o la freqüència.
- Si hi ha altres factors de risc com postures forçades (*PF*), càrregues irregulars o difícils de manipular, ambient tèrmic extrem, escales, etc., els valors límit de la taula hauran de dividir-se per 3 per obtenir els valors límit.

Si la distància de transport, la freqüència o la massa acumulada superen els límits establerts a la taula anterior, aquests factors de risc hauran de considerar-se acuradament per garantir l'absència de risc.

2.3. Exemple d'aplicació

Presentem un exemple com a compilació del que s'ha explicat respecte al transport de càrregues.

Es pretén avaluar un lloc de treball de descàrrega de camions, conformat per un equip de sis persones, en què es duen a terme les tasques següents:

- **Tasca A.** Una persona descarrega caixes del camió.
- **Tasca B.** Una persona escaneja els codis de barres de les caixes (R).
- **Tasca C.** Dues persones separen les caixes en palets per tipus segons codi.
- **Tasca D.** Una persona escaneja tots els codis del palet conformat (R).
- **Tasca E.** Una persona distribueix els palets al magatzem amb un carretó elevador (R).

S'han identificat amb una R les tasques considerades lleugeres, períodes de recuperació o repòs.



Esquerra, tasca A; dreta, tasca C

- No se supera la massa màxima acumulada per a vuit hores per a distàncies, ja que un operari manipula 7.869 kg/dia, valor que està per sota del valor límit de 10.000 kg.
- La freqüència de manipulació també està per sota del valor límit màxim 15 vegades/min.
- Quilograms transportats en períodes curts, mitjans i llargs:
 - El pes màxim en períodes curts de temps és de 43 kg/min, inferior als 120 kg fixats com a valor màxim.
 - El pes màxim per a períodes mitjans d'una hora és de 2.563 kg/h, inferior als 7.200 kg/h fixats com a valor màxim.
 - El pes total de la jornada, sumant les tasques A i C, és de 7.689 kg/dia, inferior als 10.000 kg fixats com a valor màxim.

Es conclou que el pes màxim diari està per sota dels valors màxims recomanats.

| Distància de transport | Freqüència de transport (F_{\max}) | Massa acumulada (M_{\max}) | | |
|------------------------|--|--------------------------------|--------|--------|
| | | Min ⁻¹ | Kg/min | Kg/h |
| 20 | 1 | 15 | 750 | 6.000 |
| 10 | 2 | 30 | 1.500 | 10.000 |
| 4 | 4 | 60 | 3.000 | 10.000 |
| 2 | 5 | 75 | 4.500 | 10.000 |
| 1 | 8 | 120 | 7.200 | 10.000 |

3. Empenyiment i arrossegament de càrregues

L'empenyiment i arrossegament de càrregues pot suposar un risc dorsolumbar, a més de generar problemes de fatiga i trastorns del sistema musculoesquelètic. Aquest dolor i aquesta fatiga afecten el control postural, i això acaba augmentant la probabilitat de realitzar pràctiques de treball perilloses, augmentant així el risc de lesions, la pèrdua de productivitat i afectant la qualitat de treball.

L'avaluació ergonòmica d'empenyiment i tracció de càrregues està dissenyada per determinar el nivell de risc que pot afectar la salut del treballador que empeny o estira càrregues pesades d'un lloc a un altre.

El mètode contempla l'empenyiment o la tracció mitjançant càrregues suportades sobre el terra, com un carretó, transpalet manual, carro d'aprovisionament, etc.

3.1. Limitacions del mètode

L'avaluació ergonòmica de tracció o empenyiment no s'aplica en les circumstàncies següents:

- L'empenyiment o tracció es realitza en posició assegut o agenollat. Tot i que el mètode no ho contempla, cal destacar que en aquesta postura hi ha més sobrecàrrega biomecànica.
- L'empenyiment o tracció de càrregues és realitzada per més d'una persona.
- L'empenyiment o la tracció no es realitza amb les mans (s'empeny amb l'esquena, les cames o els malucs).
- L'empenyiment o tracció compta amb l'aplicació d'una força externa d'ajuda. En aquest cas no es pot determinar la força real que realitza l'operari.
- L'empenyiment o tracció requereix sostenir la càrrega amb les mans.

3.2. Aspectes addicionals que cal considerar

Com ja es va explicar al mòdul «Detecció de factors de risc en el lloc de treball», s'han de considerar les condicions ambientals i les característiques de l'objecte empès/arrossegat com a factors de risc addicionals que cal tenir en compte.

| Condicions ambientals desfavorables durant l'empenyiment/arrossegament de càrregues | | |
|--|----|----|
| Les superfícies dels terres són rrelliscoses, inestables, irregulars, amb pendents, o presenten fissures, esquerdes o estan trencades? | No | Sí |
| Hi ha restriccions o limitacions per desplaçar-se? | No | Sí |
| Hi ha rampes amb molt de pendent? | No | Sí |
| La temperatura és alta? | No | Sí |
| Característiques de l'objecte empès/arrossegat | | |
| L'objecte transportat (transpalet, carro, etc.) limita la visibilitat del treballador o obstaculitza el moviment? | No | Sí |
| L'objecte no té nanses? | No | Sí |
| L'objecte és inestable? | No | Sí |
| L'objecte té característiques perilloses, superfícies afilades, elements excel·lents, etc. que puguin danyar el treballador? | No | Sí |
| Les rodes estan desgastades, trencades o sense manteniment? | No | Sí |
| Les rodes són inadequades per a les condicions de treball? | No | Sí |
| La tasca de transport o manipulació de càrregues es realitza durant més de vuit hores al dia? | No | Sí |

Avaluació de factors addicionals durant l'empenyiment/arrossegament de càrregues

Lectura del resultat

Si totes les respostes són «No», no hi ha presència de factors addicionals al risc per empenyiment i arrossegament i s'haurà de continuar amb l'avaluació ràpida.

Si una o més respostes són «Sí», els factors addicionals de risc estan presents i han de ser **acuradament considerats**. Haurà de realitzar-se una avaluació específica segons la norma ISO 11228-2 per garantir l'absència de risc.

3.3. Definicions i termes

Hi ha una sèrie de factors de risc que intervenen en l'avaluació de la càrrega física biomecànica per empenyiment i arrossegament, la presència dels quals pot influir negativament en el treballador. Els detallem a continuació:

- característiques de l'objecte

- característiques del treballador
- condicions ambientals
- distància
- freqüència i durada
- força
- postura

3.3.1. Característiques de l'objecte

Els carros, transpalets i altres objectes destinats al transport de càrregues han de tenir les dimensions adequades a la càrrega que s'ha de transportar. Així mateix, les rodes han de mantenir-se en bon estat de manteniment, ja que d'això depèn, en gran part, la força exercida en l'empenyiment o arrossegament.

Els carros han de disposar de nanses o barres d'empenyiment; en el cas dels transpalets, es recomana que disposin de braços llargs i articulats que permetin controlar l'altura d'estirament.

3.3.2. Característiques del treballador

Igual que amb la manipulació manual de càrregues, la formació de l'operador, la seva edat, sexe i estat de salut general poden influir considerablement en el risc de la tasca d'empenyiment i arrossegament.

L'experiència d'un treballador ajuda notablement a realitzar correctament la tasca, fet que redueix el nivell de risc i, per tant, les lesions.

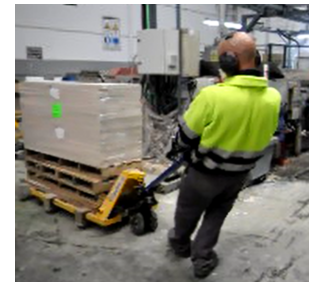
També cal tenir en compte la necessitat d'utilitzar un calçat de seguretat antilliscant adequat a la tasca que proporcioni suport i tracció suficients.

3.3.3. Condicions ambientals

A la taula «Avaluació de factors addicionals durant l'empenyiment/arrossegament de càrregues» s'han presentat alguns factors ambientals que poden augmentar el nivell de risc de les tasques d'empenyiment i arrossegament. Concretament, el mal estat del terra, la brutícia, la falta d'espai per desplaçar-se, l'existència de rampes o fins i tot les temperatures elevades.

Nota

Quan la càrrega redueix la visibilitat de l'operari cap endavant, hi ha riscos addicionals que es poden evitar si el transpalet permet estirar la càrrega en lloc d'empenyer-la.





Exemple de terra esquerdat que dificultarà l'estirament i arrossegament

3.3.4. Distància

Evidentment, com més distància, més alt és el nivell de risc al qual s'exposen els treballadors, ja que augmenta el nivell de fatiga i, amb això, el control postural de la tasca d'empenyiment/arrossegament, i això alhora augmenta el risc de lesions. A banda d'això, com més gran és la distància, major nombre de correccions de moviments ha de realitzar el treballador.

3.3.5. Freqüència i durada

Com passa amb la manipulació manual de càrregues, com més gran és la freqüència d'empenyiment o arrossegament i la durada de l'activitat, més gran és el risc de lesió.

Quan les tasques d'empenyiment/arrossegament es realitzen amb molta freqüència, s'ha de recomanar l'ús de mitjans mecànics.

3.3.6. Força

La força d'empenyiment/arrossegament ha de ser mesurada mitjançant l'ús d'un dinamòmetre de tracció/compressió. En aquest sentit, s'han de mesurar dues forces:

- **Força inicial.** És la força que s'ha d'aplicar per superar la inèrcia de l'objecte durant l'arrencada del moviment o els canvis de direcció.
- **Força sostinguda.** És la força necessària per mantenir l'objecte en moviment.

Les forces inicials, generalment, són més elevades que les sostingudes i, per tant, han de reduir-se al màxim possible. És important evitar les sacsejades i les forces de llarga durada, ja que augmenten el risc de fatiga muscular.

S'han de seguir algunes recomanacions a l'hora de mesurar aquestes forces:

- **Recomanacions generals**
 - S'ha d'utilitzar un dinamòmetre amb una capacitat dins del rang de mesura de les forces que es volen mesurar.
 - Abans de mesurar s'hauran de carregar els carros o transpalets amb el pes màxim que es transporta en condicions normals.
 - Les mesures han de prendre's tant en sentit d'empenyiment com d'estirament o arrossegament (per a forces de tracció s'utilitzarà un enganxall).
 - La força s'ha d'exercir des de la mateixa empenyadura o punt d'agafada. Si la superfície d'empenyiment no és estable, es pot utilitzar una placa d'empenyiment o qualsevol altre element que faciliti la tasca. Durant l'empenyiment la superfície no ha de deformar-se.
- **Mesurament de la força inicial**
 - Si el dinamòmetre disposa de botó de «Màx.», haurà d'utilitzar-se abans del mesurament.
 - Es realitzaran diversos mesuraments: uns amb les rodes del carro alineades en el sentit d'empenyiment i uns altres amb les rodes en perpendicular (la pressió de la força hauria de redreçar les rodes). Es prendrà com a valor la més gran de totes les forces.
- **Mesurament de la força sostinguda**
 - Es col·locarà el dinamòmetre en mesurament continu (sense pressionar el botó de «Màx.»).



Dinamòmetre
Dinamòmetre de tracció/compressió. Font: Sauter

- S'iniciarà el moviment del carro estirant/empenyent amb el dinamòmetre, i una vegada vençuda la força inicial, es recorre almenys un metre en tres segons (sense acceleració ni desacceleració) i s'anotà la força sostinguda. Si és necessari, s'ha de marcar al terra la distància que cal recórrer.
- Es prendrà un mínim de tres mesuraments i s'escollirà el màxim. Cadascuna de les mesures no hauria de diferir més d'un 15% de la resta de mesuraments. Si fos així, es realitzaran tres mesuraments més.

3.3.7. Postura

Una postura incòmoda o inadequada redueix la capacitat d'empenyiment o arrossegament i, per tant, l'esforç és més gran i, amb això, el risc de lesió.

S'ha de treballar en postures còmodes i naturals. El pes corporal ha d'aplicar-se a la càrrega, reduint així les forces exercides per l'esquena (compressió lumbar) i les espatlles. Per tant, s'han d'evitar postures que impliquin torsió de tronc, inclinació lateral i flexió del tronc, ja que augmenten el risc de lesió.

La posició de les mans no ha de ser gaire alta ni gaire baixa. Les mans tampoc han d'estar gaire juntes i amb els colzes en posició baixa.

L'altura d'empenyiment ideal per a cada treballador varia en funció de la seva altura. No obstant això, segons les taules d'empenyiment i arrossegament de la norma ISO 11228-2, les altures ideals serien les següents:

- Empenyiment: per a homes, 95 cm; per a dones, 89 cm.
- Arrossegament o estirament: per a homes, 64 cm; per a dones, 57 cm.

Tenim més capacitat de càrrega o força durant l'estirament i arrossegament que durant l'empenyiment. No obstant això, empènyer una càrrega, generalment, requereix menys esforç perquè es pot utilitzar el pes del cos i es manté una postura més neutra. Normalment, en estirar una càrrega es torça el tronc per mantenir la visió a la zona d'avanç i acostuma a estirar-se amb una sola mà, fet que augmenta la probabilitat de lesions.

3.4. Avaluació del risc per empenyiment i arrossegament de càrregues

Una vegada realitzada l'avaluació ràpida de risc per empenyiment o arrossegament, segons la norma ISO/TR 12295, i determinada la necessitat de realitzar una avaluació específica segons criteri de la norma ISO 11228-2, s'ha de realitzar el procés següent:

- Presa de dades
- Càlcul del límit de força bàsica (F_B)
- Càlcul del límit de força bàsica resultant (F_{Br})
- Càlcul del límit de força d'acció (F_{LS})
- Càlcul del nivell de risc

3.4.1. Pas 1. Presa de dades

Es prenen les dades de les diferents variables que s'han d'utilitzar per als càlculs i la determinació del nivell de risc:

| Valors que s'han de mesurar | Resultat |
|---|--|
| Altura d'agafada | 1 metre |
| Distància recorreguda | 5 metres |
| Freqüència d'empenyiment/arrossegament, tant inicial com sostinguda | Mobilitza vint-i-quatre palets en vuit hores: freqüència de 0,05 vegades/min |
| Població que realitza l'activitat - Tot homes - Tot dones - Població mixta (50% homes i dones) | 100% homes |
| Força inicial (mesura amb dinamòmetre) | 300 N |
| Força sostinguda (mesura amb dinamòmetre) | 120 N |

Nota

Per a l'exemple actual de presa de dades s'han utilitzat les dades relatives a l'estirament d'un transpalet, segons la il·lustració adjunta:



3.4.2. Pas 2. Càlcul del límit de força bàsica (F_B)

La norma ISO 11228-2¹ publica unes taules amb els límits de força bàsica F_B (mesura en newtons, N) en funció d'una sèrie de paràmetres:

- Altura absoluta de treball (h_w), mesurada en metres.
- Si es realitza empenyiment o arrossegament de càrregues.

⁽¹⁾Els criteris inclosos en aquesta norma estan fonamentats en l'estudi publicat el 1991 per Snook i Ciriello.

- Grup de població que realitza l'activitat (dones/homes).

| Altura absoluta de treball h_w (en metres) | Empènyer | | | Estirar | | |
|--|----------------------------|---------------|--------|----------------------------|---------------|--------|
| | Subgrup de població, F_B | | | Subgrup de població, F_B | | |
| | 100% D | 50% D / 50% H | 100% H | 100% D | 50% D / 50% H | 100% H |
| 2,05 | 40 | 87 | 165 | 14 | 42 | 91 |
| 1,90 | 72 | 120 | 205 | 40 | 74 | 132 |
| 1,75 | 93 | 142 | 239 | 61 | 98 | 167 |
| 1,60 | 111 | 159 | 266 | 78 | 117 | 197 |
| 1,45 | 125 | 172 | 287 | 93 | 132 | 221 |
| 1,30 | 135 | 180 | 301 | 105 | 143 | 240 |
| 1,15 | 141 | 185 | 310 | 113 | 151 | 252 |
| 1,00 | 144 | 187 | 312 | 118 | 156 | 259 |
| 0,85 | 144 | 185 | 308 | 120 | 158 | 261 |
| 0,70 | 139 | 180 | 299 | 119 | 156 | 257 |
| 0,55 | 132 | 172 | 282 | 114 | 152 | 247 |
| 0,40 | 120 | 160 | 260 | 107 | 143 | 231 |
| 0,25 | 106 | 144 | 232 | 96 | 132 | 212 |

Límits de força bàsica per a usuaris professionals

Lectura de la taula

D: dones

H: homes

Distribució per edat i sexe segons *Europa de los 12* (1993)

Distribució de l'altura segons Jürgens, Aune i Pieper (1989)

Distribucions de força conforme a la norma DIN 334411-5

Les solucions tècniques poden transformar completament la tasca o, almenys, millorar les condicions.

Tot i que es proporcionen les dades per fer-ho, no és recomanable treballar per sobre de l'altura de les espatlles.

Aquestes dades no són límits de força recomanats.

En el cas de l'exemple utilitzat anteriorment, obtindríem el resultat següent:

- 259 N
- estirar
- 100% homes
- altura de l'agafada: un metre

3.4.3. Pas 3. Càlcul del límit de força bàsica resultant (F_{Br})

Es tracta d'ajustar el límit de força bàsica F_B segons les necessitats reals del lloc de treball. Ho farem mitjançant l'equació següent:

$$F_{Br} = F_B \times (1 - m_d - m_f) \quad 3.38$$

A continuació es presenten les taules de multiplicadors de distància i freqüències:

| Multiplicador de distància | | | Multiplicador de freqüència | |
|----------------------------|-----------|-------|-----------------------------|-------|
| Distància (m) | m_d | | m_f | |
| | Homes | Dones | Freqüència | m_f |
| <5 | 0,3 | 0,23 | 0,2 v/min | 0,15 |
| | | | 0,5 v/min | 0,20 |
| | 1,0 v/min | 0,25 | | |
| | 2,5 v/min | 0,30 | | |
| | 4,0 v/min | 0,33 | | |

Multiplicadors per a distàncies <5 metres

| Multiplicador de distància | | | Multiplicador de freqüència | |
|----------------------------|-------|-------|-----------------------------|-------|
| Distància (m) | m_d | m_f | | |
| | Homes | Dones | Freqüència | m_f |
| 5 | 0,18 | 0,27 | 10 v/min | 0,49 |
| 10 | 0,26 | 0,39 | 5 v/min | 0,48 |
| 15 | 0,31 | 0,46 | 4 v/min | 0,47 |
| 20 | 0,34 | 0,51 | 2,4 v/min | 0,43 |
| 25 | 0,36 | 0,55 | 1 v/min | 0,36 |
| 30 | 0,38 | 0,58 | 0,5 v/min | 0,30 |

Multiplicadors per a distàncies ≥ 5 metres

Lectura de la fórmula

F_B : límit de força bàsic
 M_d : multiplicador de distància
 d : distància de desplaçament (m)
 m_f : multiplicador de freqüència
 f : freqüència (vegades/min) de la tasca durant el torn

| Multiplicador de distància | | | Multiplicador de freqüència | |
|----------------------------|-------|-------|-----------------------------|-------|
| Distància (m) | m_d | m_f | | |
| | Homes | Dones | Freqüència | m_f |
| 35 | 0,40 | 0,61 | 0,2 v/min | 0,22 |
| 40 | 0,42 | 0,63 | 0,1 v/min | 0,18 |
| 45 | 0,43 | 0,65 | 0,05 v/min | 0,14 |
| 50 | 0,44 | 0,67 | 0,025 v/min | 0,11 |
| 55 | 0,45 | 0,68 | 0,016 v/min | 0,09 |
| 60 | 0,46 | 0,70 | 0,0083 v/min | 0,07 |
| 65 | 0,47 | 0,71 | 0,0041 v/min | 0,05 |
| | | | 0,0027 v/min | 0,04 |

Multiplicadors per a distàncies ≥ 5 metres

Reprenquem l'exemple anterior del que ja coneixem la força bàsica (259 N); per tant, ja podem calcular la resta de variables requerides per determinar el límit de força bàsic resultant (F_{Br}).

Tenint en compte que és una tasca realitzada per homes, en distàncies de cinc metres, el multiplicador m_d resultant de la taula «Multiplicadors per a distàncies ≥ 5 metres» és 0,18.

Sabem que la freqüència d'arrossegament és de 0,05 vegades/min ($m_f = 0,14$); per tant, podem calcular F_{Br} mitjançant l'equació següent:

$$F_{Br} = F_B \times (1 - m_d - m_f) \quad 3.39$$

$$F_{Br} = 259 \times (1 - 0,18 - 0,14) = 176,12 \text{ N} \quad 3.40$$

3.4.4. Pas 4. Càlcul del límit de força d'acció F_{LS}

En aquest pas es té en compte que les tasques d'empenyiment/arrossegament generen grans forces de compressió lumbar i s'ajusten en funció de l'edat i el sexe.

En primer lloc, es calcula el límit de força de resistència a la compressió F_C ; és a dir, la resistència que té la columna vertebral en funció de l'edat i el sexe del treballador. Per tant, suposa un enfocament demogràfic com ja es va fer per als límits de força muscular.

El límit F_C canvia en funció de la població utilitzada.

A la taula següent es presenten les dades relatives a la població utilitzada a la norma ISO 11228-2 (població adulta dels Estats Units físicament activa²):

⁽²⁾Homes: 20-64 / Dones: 18-64.

| Ràtio homes/dones (%) | Límits de força de resistència a la compressió F_C (kN) |
|-----------------------|---|
| 0% H / 100% D | 2,8 |
| 50% H / 50% D | 3,3 |
| 100% H / 0% D | 3,9 |

Límits de força de resistència a la compressió F_C (kN)

En segon lloc, calculem la força límit d'acció F_{LS} que no ha de ser superada per la força real mesurada en el lloc de treball. La força límit d'acció es calcula sobre la base de tres paràmetres:

- Altura mitjana de la població (h)
- Altura d'agafada absoluta (h_w)
- Angle de l'espatlla en exercir la força (SJ i FA)

Per poder conèixer l'altura d'agafada absoluta, s'ha de determinar l'alçada mitjana de la població objecte d'estudi; és a dir, necessitem les dades antropomètriques de l'usuari mitjà. Si no les podem aconseguir, acudirem a les taules antropomètriques espanyoles que ens proporcionen l'alçada mitjana (P50) de la població segons la ISO 7250:1996, 1999:

- Homes: P50 = 170 cm
- Dones: P50 = 160 cm
- Població conjunta: P50 = 166 cm

Ja podem calcular l'altura d'agafada absoluta per al P50 d'aquesta població. El procediment varia segons es treballi amb un carro amb un únic punt d'agafada o agafador situat a una altura determinada (l'altura absoluta és independent de la persona que el manipuli), o amb un carro o un transpalet l'altura d'empenyiment/arrossegament del qual depèn de l'altura de l'usuari. En aquest cas, caldrà mesurar aquesta altura escollint un treballador que tingui l'altura mitjana (P50) abans calculada.

Angles SJ i FA

L'angle que forma l'espatlla és l'angle SJ . L'angle FA és l'angle complementari i oposat que forma el punt d'agafada pel que fa a l'espatlla. Per això, amb els braços totalment estesos a 90° , es forma un angle FA de 0° .

F_{LS} per a tasques d'empenyiment

L' F_{LS} per a tasques d'empenyiment en tots els grups poblacionals és $F_{LS} \geq 600$ N. S'estableix com una constant, en funció de l'altura d'agafada i la força de compressió.

F_{LS} per a tasques d'estirament o arrossegament

Per a les tasques d'estirament o arrossegament, la força ha de determinar-se en funció de l'angle en què treballa l'espatlla, l'altura d'agafada (h_w) i la força compressiva F_C . Per facilitar els càlculs, fixe'u-vos en la taula següent:

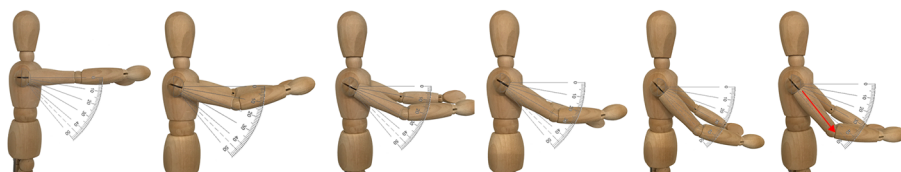
| Altura agafada absoluta (h_w) | Angle FA | F_C segons grup poblacional | | |
|-----------------------------------|-----------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | | Dones ($F_C = 2,8$ kN) | Mixt ($F_C = 3,3$ kN) | Homes ($F_C = 3,9$ kN) |
| $H_w = 0,9$ m | $FA < 50^\circ$ | 270 | 360 | 440 |
| | $FA < 40^\circ$ | 330 | 435 | 550 |
| | $FA < 30^\circ$ | 500 | 550 | 700 |
| $H_w = 1,1$ m | $FA = 30^\circ$ | 250 | 330 | 410 |
| | $FA = 20^\circ$ | 330 | 410 | 510 |
| | $FA = 10^\circ$ | 460 | 570 | 685 |
| $H_w = 1,4$ m | $FA = 20^\circ$ | 150 | 200 | 260 |
| | $FA = 10^\circ$ | 230 | 330 | 400 |
| | $FA = 0^\circ$ | 305 | 400 | 510 |

Nota

F_C basats en la taula «Límits de força de resistència a la compressió F_C (kN)».

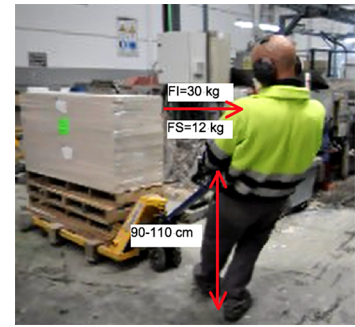
Força límit d'acció F_{LS} per a tasques d'estirament, en funció d' h_w i grup poblacional

A continuació, es presenten unes il·lustracions amb els angles FA que adopta l'espatlla en funció de l'altura d'agafada. S'haurà de seleccionar la il·lustració que més s'assembli a la situació real, per la qual cosa serà de gran ajuda tenir un vídeo de la tasca d'empenyiment.



Reprement l'exemple que estem analitzant, i tenint en compte que l'altura d'agafada és d'un metre, es pot observar, segons la imatge, que l'angle FA de l'espatlla és $>50^\circ$. Per tant, tenint en compte que es tracta d'una població 100% masculina, s'obté una força límit d'acció $F_{LS} = 440$ N.

| Altura agafada absoluta (h_w) | Angle FA | F_C segons grup poblacional | | |
|-----------------------------------|-----------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | | Dones ($F_C = 2,8$ kN) | Mixt ($F_C = 3,3$ kN) | Homes ($F_C = 3,9$ kN) |
| $H_w = 0,9$ m | $FA < 50^\circ$ | 270 | 360 | 440 |
| | $FA < 40^\circ$ | 330 | 435 | 550 |
| | $FA < 30^\circ$ | 500 | 550 | 700 |



3.4.5. Pas 5. Nivell de risc

En aquest últim pas, es determina el nivell de risc per empenyiment o tracció mitjançant el càlcul dels límits de seguretat, per la qual cosa abans haurem de calcular el límit de força F_L .

Per conèixer el límit de força, es compara el límit de força muscular (F_{Br}) amb el de força d'acció (F_{LS}) i se selecciona el valor més baix:

$$F_L = \min(F_{Br}; F_{LS}) \quad 3.41$$

A l'exemple d'estirament del transpalet, es realitzaria el càlcul següent:

$$F_L = \min(F_{Br}; F_{LS}) = \min(176, 12; 440) = 176, 12N \quad 3.42$$

Conegut el límit de força, podem calcular el nivell de risc, tot i que abans haurem d'aplicar un multiplicador de risc a F_L :

$$F_R = m_r \times F_L \quad 3.43$$

Una vegada obtingut el valor d' F_R , s'ha de comparar amb el valor de la força inicial (FI), si la distància d'empenyiment/arrossegament és inferior o igual a ≤ 5 m, o la força sostinguda (FS) si la distància és superior a >5 m:

| Condicció | Descripció | Nivell de risc |
|--|----------------------------|----------------|
| Si (FI o FS) $< FR$ amb $m_r = 0,85$ | No hi ha presència de risc | Zona verda |
| Si (FI o FS) $< FR$ amb $m_r = 1,0$ | Risc baix o tolerable | Zona groga |
| Si (FI o FS) $< FR$ amb $m_r = 0,85$ | | |
| Si (FI o FS) $> FR$ amb $m_r = 1$ | Hi ha presència de risc | Zona vermella |

Nivells de risc per empenyiment i tracció

Lectura de la fórmula

$m_r = 0,85$; és el límit superior de la zona amb absència de risc.

$m_r = 1,0$; és el límit superior de la zona de risc tolerable.

Cal tenir en compte que les operacions d'estirament i arrossegament, a més de forces compressives a nivell lumbar, també generen forces de cisalla. Els càlculs aquí presentats només tenen en compte les forces de compressió de la columna vertebral i la força muscular en comparació amb els valors límit de l'activitat.

Reprenquem l'exemple que ens ocupa i calculem el límit de seguretat F_R de la tasca:

$$F_R = m_r \times F_L = 0,85 \times 176,12 = 149,7N \quad 3.44$$

Atès que la distància recorreguda és de cinc metres, el límit de seguretat (F_R) ha de comparar-se amb la força inicial (FI) que, segons els càlculs realitzats amb el dinamòmetre, és de 300 N. Com que $FI > FR$ (pràcticament el doble), es conclou que aquesta tasca suposa un **risc intolerable**; és a la zona vermella.

4. Mobilització de malalts: mètode MAPO

La manipulació manual de pacients en l'àmbit sanitari està lligada, segons dades epidemiològiques, a la sobrecàrrega biomecànica de la zona lumbar que, segons alguns estudis, pot superar el límit tolerable (també conegut com a **límit d'acció**); de fet, algunes maniobres de mobilització de malalts generen valors de càrrega discal que poden fins i tot superar el valor de trencament del disc.

Per tot això és important descriure i avaluar el risc dorsolumbar per a les operacions de mobilització de pacients, i se'n determinen les següents:

- càrrega assistencial per la presència de pacients no autònoms
- tipus i grau de discapacitat motora dels pacients
- equips d'ajuda disponibles

Evidentment, la formació dels treballadors per a una correcta transferència de pacients és molt important.

Els mètodes tradicionals d'avaluació de riscos ergonòmics com OWAS i REBA, que avaluen les postures forçades, o el mètode Dortmund, que realitza una anàlisi biomecànica, són mètodes insuficients, no preveuen la complexitat de la mobilització de pacients. Per això es va desenvolupar un mètode específic denominat MAPO (mobilització assistencial de pacients hospitalitzats, de l'anglès *manual handling of people in the healthcare sector*), que va ser publicat a la norma ISO/NP TR 12296.

4.1. Avaluació del risc

El mètode es desenvolupa en dues fases:

- Entrevista amb el supervisor del servei.
- Observació directa del lloc de treball, que permet analitzar aspectes com l'entorn físic i els equips auxiliars i validar les dades obtingudes a la primera fase.

Bibliografia

Vegeu NTP 907. Evaluación del riesgo por manipulación manual de pacientes: método MAPO.

Nota

Aquest mètode sorgeix de l'aplicació i validació per mitjà d'un estudi epidemiològic de 419 unitats i 6.900 treballadors.

Per al desenvolupament del mètode s'han d'emplenar les «Fitxes d'avaluació del risc per mobilització manual de pacients en sala d'hospitalització», de l'annex 1 de l'NTP 907. Avaluació del risc per manipulació manual de pacients. Mètode MAPO.

4.1.1. Aspectes organitzatius i formatius (entrevista)

L'entrevista s'haurà de realitzar amb la persona responsable del servei o aquella que sàpiga contestar les preguntes de les fitxes 1.1 («Nombre de treballadors que mobilitzen malalts») i 1.2 («Tipologia de pacients»).

A la fitxa 1.1, s'han d'emplenar unes taules amb els torns de treball (matí, tarda i nit) i identificar-hi el nombre de treballadors, tant a temps complet com a temps parcial (d'aquests s'haurà d'obtenir la fracció corresponent).

Una vegada determinats els treballadors totals per torn de vint-i-quatre hores, s'hauran d'identificar els pacients no autònoms presents a la unitat, així com les maniobres de mobilització realitzades per torn amb l'ajuda de la fitxa 1.2, per poder calcular el percentatge d'aixecaments totals i parcials efectuats habitualment.

Els pacients es categoritzen en dos tipus:

- Pacient no autònom «no col·laborador» (NC). Pacient que ha de ser completament aixecat.
- Pacient autònom «parcialment col·laborador» (PC). Pacient que ha de ser parcialment aixecat o només sostingut.

Si el responsable del servei no pot categoritzar el nombre de pacients NC i PC, s'haurà de realitzar un mostreig aleatori representatiu. Per a un nivell de confiança del 90% i un error de 0,2 s'haurien de mostrejar almenys 17 dies de tot un any aplicant el mètode següent:

- D'una taula de nombres aleatoris de l'1 al 365, se seleccionen 17 dies.
- Se sol·liciten els registres de pacients d'aquests 17 dies i, amb l'ajuda del responsable del servei, es categoritzaran segons NC i PC.
- Una vegada obtinguts els 17 registres i categoritzats, s'utilitzarà el valor mitjà com a resultat.

Obtenció de nombres aleatoris

Per obtenir 17 nombres aleatoris des del valor 1 fins al 365 es poden utilitzar diversos mètodes:

- Mitjançant un full de càlcul (Excel, per exemple). S'arrossega a 17 files la fórmula =ALEATORI.ENTRE(1;365).
- Mitjançant taules de nombres aleatoris (a internet es troben fàcilment).
- Mitjançant generadors de nombres aleatoris (es troben a internet, també gratuïts).

A la fitxa 1.3 («Qüestionari preliminar d'identificació de perills complementaris»), es categoritzen altres situacions amb el risc d'MMC o empenyiment/arrossegament de carros, que hauran d'avaluar-se mitjançant els mètodes de la norma ISO 11228-1 i ISO 11228-2, respectivament.

Finalment, se sol·licitaran registres de formació sobre manipulació manual de pacients i càrregues, especialment sobre l'ús d'ajudes mecàniques. La qualitat d'aquesta formació s'avaluarà amb ajuda de la fitxa 1.4 («Formació dels treballadors»), en funció dels factors següents:

Tasques de mobilització de pacients habitualment realitzades en un torn.

- presència/absència de cursos
- material formatiu
- verificació de l'eficàcia de la formació

En el cas de la verificació de l'eficàcia de la formació, cal tenir en compte que pot valer-nos l'existència d'un examen, millor pràctic, tot i que es recomana validar aquesta formació mitjançant l'observació directa de com manipulen els pacients i utilitzen les ajudes mecàniques).

Finalment, mitjançant l'ajuda de la fitxa 1.5 («Tasques de mobilització de pacients habitualment realitzades en un torn»), es calcularà el percentatge d'aixecaments totals i parcials que es realitzen per torn (percentatge d'APA i ATA).

4.1.2. Aspectes del lloc de mobilització (visita)

Una vegada realitzada l'entrevista amb el responsable del servei, passarem al treball de camp: observació directa de l'equipament per a l'aixecament/transferència de pacients no autònoms (NA).

Mitjançant la fitxa 2.1 («Equips d'ajuda»), determinarem el nombre d'elevadors o grues i lliteres.

Pel que fa a les grues, es caracteritzen com s'explica a continuació:

- Grua tipus 1. **Grues fixes.** Grues fixades al terra o a la paret mitjançant un suport, no ocupen gaire lloc i solen pesar poc. El seu ús normalment està restringit a realitzar determinats tipus de transferències en una loca-

lització, tot i que hi ha models que permeten utilitzar-les en diferents localitzacions. El seu principal avantatge és el poc espai que ocupen i que determinats models poden ser manipulats per una sola persona. Com que són fixes, no es poden fer servir fora dels llocs previstos, ni per realitzar trasllats.



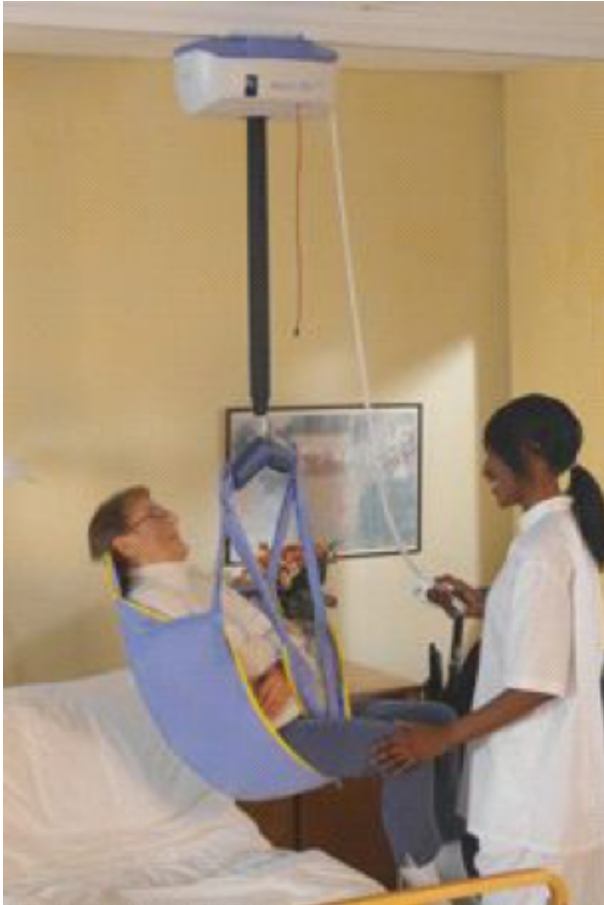
Font: IBV-Ergodep

- Grua tipus 2. **Grues mòbils** (amb rodes). Grues que disposen d'una base amb rodes, la qual cosa permet usar-les en qualsevol lloc on hi hagi espai suficient per a la maniobra. Habitualment són plegables o desmuntables, la qual cosa en facilita l'emmagatzematge i transport. Disposen de frens a les rodes posteriors. És necessari desplaçar la grua per realitzar les transferències, ja que, per motius d'estabilitat, el braç de la grua no pot girar respecte de la base. Estan pensades per aixecar i transferir usuaris totalment dependents, amb pes elevat o amb limitacions físiques. El seu principal avantatge és que permeten realitzar trasllats, recollir i deixar a diferents altures (incloent-hi banyeres, al nivell del terra, en cas de caiguda, etc.), però requereixen molt espai de maniobra i emmagatzematge.



Font IBV-Ergodep

- Grua tipus 3. **Grues de sostre.** Grues fixades al sostre o que en pegen mitjançant una estructura. Consten de dos mecanismes, un de desplaçament mitjançant l'estructura i un altre de pujada i baixada de la persona amb discapacitat. Estan pensades per a l'aixecament d'usuaris que són totalment dependents o amb un pes corporal molt elevat (usuaris bariàtrics). El seu principal avantatge és que, com que estan fixades al sostre, no interfereixen amb la resta del mobiliari, per la qual cosa requereixen una preparació més breu que en el cas de les grues mòbils. A més, com que són fixes, no permeten trasllats fora de la seva zona d'influència; a més, són cares i tenen tendència al balanceig, per la qual cosa poden generar sensació d'inseguretat.



Pel que fa a les lliteres, es caracteritzen pel que es diu a continuació:

- Llitera tipus 1. **Rígida.** Lliteres de tub metàl·lic buit amb matalàs de base rígida recobert de pell o material sintètic fàcilment rentable. Disposen de rodes per al trasllat i sistema de bloqueig o frens. El seu principal avantatge és que són lleugeres i barates, però no permeten graduar l'elevació o el descens per al trasllat a superfícies en diferents altures.



Font: Medicalbedmaker.es

- **Llitera tipus 2. Articulada.** Les lliteres articulades solen tenir una sola articulació, situada a la capçalera, que es pot elevar fins a 90° respecte al pla del llit. El seu principal avantatge és que permeten regular-ne l'altura mitjançant corrioles mecàniques o un sistema mecànic assistit. Són més cares que les rígides.



Font: Medicalbedmaker.es

Una vegada inventariades les grues i lliteres del servei, passarem a emplenar la fitxa 2.2 («Ajudes menors»), que es caracteritzen com s'explica a continuació:

- **Llençol lliscant i taula lliscant (roller).** Aquest sistema està dissenyant per evitar sobreesforços; el seu principal avantatge és que permet desplaçar el pacient sense aixecar-lo i sense emprar gaire força. L'inconvenient és que requereix quatre persones per a la mobilització.



Font: Medicalbedmaker.es

- **Cinturó ergonòmic.** Els cinturons de subjecció són unes bandes o cinturons amb agafadors, tant per al pacient com per al personal sanitari. El sistema es pot complementar amb un disc de rotació que es col·loca al terra i permet elevar el pacient des d'una cadira situada al costat del llit i, mitjançant una rotació de 90°, traslladar-lo al llit.



Font: Medicalbedmaker.es

A continuació, mitjançant l'ús de la fitxa 2.3 («Cadires de rodes»), es realitzarà un inventari de les cadires de rodes presents al centre hospitalari, agrupant-les per categories i revisant el seu estat de manteniment i característiques de reposabraços, frens, respalller, amplada i tipus de reposapeus.

Mitjançant la fitxa 2.4 («Bany per al pacient»), es valoraran els banys per a la higiene del pacient, fent inventari per tipus i característiques: espai per a ajudes, amplada de portes, obstacles, sentit d'obertura de la porta, existència de dutxes, banyeres fixes i les ajudes de les quals disposa el pacient per al seu ús i accés.

Amb la fitxa 2.5 («Bany amb tassa») es valorarà l'existència de banys amb tassa de vàter dins o fora de les habitacions i la quantitat. Així mateix, s'avaluaran les condicions d'accés, espai, existència de barres de suport, sentit d'obertura de les portes i espai lateral entre la tassa i paret.

Finalment, mitjançant la fitxa 2.6 («Habitacions»), s'avaluarà el nombre d'habitacions, les seves condicions d'accés i facilitat d'ús, i amb la fitxa 2.7 («Llits») s'avaluen els llits regulables en altura, nombre, tipus i característiques de regulació.

4.2. Càlcul de l'índex MAPO

L'índex MAPO permet avaluar la contribució de cada factor de risc en la manipulació de pacients:

$$F_R = m_r \times F_L = 0,85 \times 176,12 = 149,7N \quad 3.45$$

Lectura de la fórmula

NC: nombre de pacients no col·laboradors

PC: nombre de pacients parcialment col·laboradors

Op: nombre de treballadors presents

FS: factor d'elevació

FA: factor d'ajudes menors

FC: factor de cadires de rodes

F_{amb}: factor lloc de mobilització

FF: factor de formació

La proporció de pacients no autònoms (*NC*) per treballador (*Op*) és una dada rellevant perquè ens ret compte de la freqüència d'aixecaments i/o mobilitzacions requerits pels treballadors del servei o unitat. Aquesta proporció ve ponderada pels factors d'elevació i ajudes menors. Els altres factors, cadires de rodes, les condicions del lloc de mobilització i la capacitat i experiència dels treballadors influeixen proporcionalment en el càlcul de l'índex.

4.2.1. Factor d'elevació (*FS*)

S'ha de considerar com a elevació qualsevol element que ajudi a elevar el pacient. El seu valor depèn de dos factors:

- La suficiència numèrica
 - Hi ha d'haver almenys un elevador per cada vuit pacients *NC*.
 - Hi ha d'haver almenys una llitera regulable en altura per cada vuit pacients *NC*.
 - Hi ha d'haver llits regulables amb tres nodes d'articulació pel 100% dels llits.
- L'adequació
 - Almenys el 90% de les mobilitzacions es pot realitzar amb mitjans auxiliars.

El factor d'elevació (*FS*) s'obté de la taula següent:

| Factor d'elevació (<i>FS</i>) | Valor <i>FS</i> |
|--------------------------------------|-----------------|
| Insuficiència numèrica + inadequació | 4 |
| Insuficiència numèrica o inadequació | 2 |
| Suficiència numèrica + adequació | 0,5 |

Factor d'elevació *FS*

4.2.2. Factor ajudes menors (FA)

Es consideren ajudes menors tots aquells equips auxiliars que redueixen el nombre de manipulacions o la càrrega biomecànica durant la manipulació del pacient.

El valor d'FA depèn de dos factors:

- La suficiència numèrica
 - Es disposa de llençol o taula de lliscament (*roller*) o dos de les altres ajudes menors.
 - Es disposa de llençol o taula de lliscament (*roller*) + llits ergonòmics (el 100% dels llits de la sala).
- L'adequació
 - Almenys el 90% de les manipulacions parcials es realitzen amb mitjans auxiliars.

Vegeu també

Hem vist exemples d'ajudes menors a l'apartat «Aspectes del lloc de mobilització (visita)».

El factor d'ajudes menors (FA) s'obté de la taula següent:

| Factor d'ajudes menors (FA) | Valor FA |
|--------------------------------------|----------|
| Insuficiència numèrica o inadequació | 1 |
| Suficiència numèrica + adequació | 0,5 |

Factor d'ajudes menors FA

4.2.3. Factor cadires de rodes (FC)

Aquest multiplicador requereix el càlcul previ de la «Puntuació mitjana d'inadequació» (*PMsr*) per, després, ponderar-lo amb la suficiència numèrica de les cadires de rodes.

| Puntuació mitjana qualitativa observada (<i>PMsr</i>) | 0,5 - 1,33 | | 1,34 - 2,66 | | 2,67 - 4 | |
|---|------------|------|-------------|------|----------|-----|
| Suficiència numèrica | No | Sí | No | Sí | No | Sí |
| Valor FC | 1 | 0,75 | 1,5 | 1,12 | 2 | 1,5 |

Factor de cadires de rodes FC

Mitjançant la fitxa «Cadires de rodes», es comptabilitzen primer el total de cadires de rodes per tipus (*TCR*), per després verificar si són adequades ergonòmicament. El valor de *PMsr* resulta de l'expressió següent:

$$PM_{sr} = \frac{\sum (A \times d + B \times d \dots G \times d)}{TCR} \quad 3.46$$

La suficiència numèrica implica disposar de cadires de rodes per a tots els pacients que les necessitin.

Lectura de la fórmula

PM_{sr}: puntuació mitjana qualitativa observada

TCR: nombre total de cadires de rodes

d: nombre de deficiències per tipus de cadira

A, B, C..., *G*: tipus de cadires de rodes

FF: factor de formació

4.2.4. Factor lloc de mobilització (*F_{amb}*)

El factor lloc de mobilització està conformat per tres valors d'inadequació de l'entorn observat:

- *PMB*: puntuació mitjana d'inadequació del bany per a la higiene.
- *PMWC*: puntuació mitjana de la inadequació del bany amb tassa de vàter.
- *PMH*: puntuació mitjana de la inadequació de l'habitació.

Per conèixer aquests valors, hem d'acudir a les taules següents:

- taula «Bany per al pacient»
- taula «Bany amb tassa»
- taula «Habitacions»

La suma d'aquests tres valors ens dona la puntuació mitjana d'inadequació (*Pm_{amb}*) de tots els llocs on es realitzen operacions de mobilització de malalts. Una vegada sumats els valors d'aquestes tres variables, s'utilitza la taula següent per determinar el factor *F_{amb}*:

| | | | |
|---|---------|------------|-------------|
| Puntuació mitjana qualitativa observada (<i>Pm_{amb}</i>) | 0 - 5,8 | 5,9 - 11,6 | 11,7 - 17,5 |
| Valor factor de l'ajust <i>F_{amb}</i> | 0,75 | 1,25 | 1,50 |

Factor lloc de mobilització *F_{amb}*

4.2.5. Factor de formació (*FF*)

Les operacions de mobilització de pacients requereixen formació, pràctica i experiència, factors que redueixen el risc, per la qual cosa la formació s'utilitza com a factor en l'equació MAPO.

La formació avaluada amb el factor *FF* ha de complir les característiques següents:

Curs de formació: ha de ser teòric/pràctic, amb una durada mínima de sis hores, dins de l'hospital. La part pràctica s'ha de realitzar amb els equips d'ajuda i aconseguir, com a mínim, el 75% de la plantilla que realitza mobilització de pacients. Aquesta formació ha de repetir-se periòdicament amb cursos de reciclatge.

El valor del factor de formació (*FF*) s'obté mitjançant la taula següent:

| Factor de formació (<i>FF</i>) | Valor <i>FF</i> |
|---|-----------------|
| Curs adequat, realitzat durant els dos anys anteriors a l'avaluació del risc al 75% dels treballadors del servei. | 0,75 |
| Curs adequat, realitzat més de dos anys abans de l'avaluació del risc al 75% dels treballadors del servei (se n'ha verificat l'eficàcia). | 0,75 |
| Curs adequat, realitzat durant els dos anys anteriors a l'avaluació del risc a un percentatge dels treballadors del servei comprès entre el 50% i el 75%. | 1 |
| Distribució de material informatiu al 90% dels treballadors del servei, una vegada verificada la seva eficàcia. | 1 |
| No s'ha realitzat formació o la formació realitzada no compleix les condicions anteriors. | 2 |

Factor formació *FF*

4.3. Nivell d'exposició

L'índex d'exposició MAPO pot utilitzar-se com una funció del nivell de risc segons els valors de la taula següent:

| Índex MAPO | Exposició |
|------------|---|
| 0 - 1,5 | Acceptable |
| 1,51 - 5 | Exposició mitjana. Necessitat d'intervenir a mitjà/llarg termini: - dotació d'equips d'ajuda - vigilància sanitària - formació |
| >5 | Exposició mitjana. Necessitat d'intervenir a curt termini: - dotació d'equips d'ajuda - vigilància sanitària - formació |

Nota

Per a la correcta aplicació del mètode, cal tenir en compte els zeladors i considerar-los inclosos en la plantilla del servei durant totes les hores que estiguin disponibles per realitzar aquestes operacions.

Nivells de risc per empenyiment i tracció

4.4. Exemple d'aplicació del mètode MAPO

Per **mobilització de pacients** s'entén tota acció que impliqui aixecar, baixar, sostenir, desplaçar, estirar o empènyer, tenint en compte que aquestes accions es realitzen sobre persones.

La diferència entre el maneig de persones i manipulació de càrregues és important, ja que en aquest cas es requereix una cura especial perquè pot haver-hi moviments imprevistos de l'usuari.

Actualment, el mètode MAPO és l'únic disponible per quantificar, de manera fiable i vàlida, el nivell de risc per mobilització de pacients en una unitat o servei hospitalari. La metodologia estableix que s'ha de considerar el nombre total de treballadors que realitzen la mobilització de pacients presents per torn i el nombre de llits que s'han d'atendre. Per tant, i com ja hem comentat, s'han inclòs en l'estudi els llocs de zelador i auxiliar d'infermeria.

Per a la recollida de les dades corresponents, s'han entrevistat els responsables de prevenció del servei propi de prevenció (*SPP*) i els supervisors d'hospitalització. Després, s'ha dut a terme la inspecció del lloc de treball.

Nota

Aquest estudi es va realitzar en un hospital d'especialitat primària.

Segons les dades aportades, com a norma general, la mobilització de pacients es realitza una vegada per torn. En general, la mobilització del «pacient no col·laborador» sempre es fa entre dos treballadors (dos auxiliars o un auxiliar i un zelador).

Recordeu

Per a aquestes tasques és imprescindible diferenciar entre «pacient col·laborador» i «pacient no col·laborador».

Treballadors que realitzen la mobilització manual de pacients (*MMP*)

Els treballadors que realitzen la mobilització manual de pacients (*MMP*) per planta es presenten a la fitxa 1.1:

Fitxa 1.1. Nombre de treballadors que realitzen *MMP* durant les vint-i-quatre hores

| Torn | Matí | Tarda | Nit |
|--|-------------|-------|-----|
| Nombre de treballadors/torn (<i>A</i>) | 4 | 3 | 1 |
| Nombre de treballadors a temps parcial (<i>B</i>) | 2 | 2 | 1 |
| Fracció per unitat (<i>C</i>) | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Fracció d'unitat per treballador (<i>D</i>) | 1 | 1 | 0,5 |
| Nombre total de treballadors en vint-i-quatre hores (<i>Op</i>) | 10,5 | | |

Tipologia de pacients

Els pacients no autònoms es classifiquen segons siguin «no col·laborador» (*NC*) o «parcialment col·laborador» (*PC*), com pot veure's a la fitxa 1.2:

Fitxa 1.2. Tipologia del pacient

| Nombre mitjà diari de pacients no autònoms | <i>NC</i> | <i>PC</i> |
|---|------------------|-----------|
| Total | 12 | 13 |
| Nombre mitjà de pacients no autònoms ($NA = NC + PC$) | 25 | |
| <i>NC / OP</i> | 12 / 10,5 = 1,14 | |
| <i>PC / OP</i> | 13 / 10,5 = 1,24 | |

Riscos complementaris

També es comproven els riscos complementaris d'*MMC* i s'observa que no hi ha aixecament de càrregues, però sí empenyiment de lliteres. Aquest risc, que es quantifica a la fitxa 1.3, s'avalua mitjançant el mètode ISO 11228-2:

Fitxa 1.3. Qüestionari preliminar d'identificació de perills complementaris

| | | |
|---|----|-----------------|
| Es realitzen almenys una vegada al dia (per part d'un treballador) activitats d'empenyiment/arrossegament amb llitera, llits, equipaments amb rodes, inadequats i/o amb aplicació de força? | No | Sí ³ |
| Es realitza, almenys una vegada al dia (per part d'un treballador), aixecament manual de càrregues/objectes amb un pes >10 kg? | No | Sí ⁴ |

⁽³⁾Avaluar segons ISO 11228-2.

⁽⁴⁾Avaluar segons ISO 11228-1.

Nota

Per a l'avaluació d'aquestes tasques s'ha considerat la informació recollida a l'entrevista relativa als aspectes organitzatius i formatius, i els aspectes de l'entorn físic de treball i els equips d'ajuda auxiliars recollits mitjançant l'observació directa dels llocs de treball.

Formació dels treballadors

Es valora el tipus de formació que ha rebut el personal que efectua les manipulacions, penalitzant aquells criteris que no es compleixen. La informació es recull a la fitxa 1.4:

Fitxa 1.4. Formació dels treballadors

| | |
|--|-----|
| S'ha realitzat formació específica d' <i>MMP</i> ? | Sí |
| Quants mesos fa? | 7 |
| Quantes hores per treballador? | 2 |
| Quants treballadors han estat formats? (%) | 31 |
| S'ha valorat l'eficàcia formació/informació? | Sí |
| A quants treballadors s'ha informat? | 100 |

| | |
|------------------|----------|
| Factor FF | 1 |
|------------------|----------|

Tipus de mobilització de pacients NC

Als llocs avaluats s'han identificat els tipus de mobilitzacions que es recullen a la taula 1.5:

- desplaçament del pacient cap a la capçalera del llit
- mobilització del pacient del llit a la cadira de rodes
- mobilització del pacient de la cadira de rodes al llit
- rotació del pacient en el llit i/o canvi postural
- mobilització del pacient del llit a la butaca
- mobilització del pacient de la butaca al llit



Fitxa 1.5. Tasques de mobilització de pacients habitualment realitzada en un torn

| Mobilització manual | Aixecament total LTM | | | Aixecament parcial LPM | | |
|--|----------------------|----|----|------------------------|----|----|
| | M | T | N | M | T | N |
| | A | B | C | D | E | F |
| Desplaçament cap a la capçalera del llit | -- | -- | -- | 12 | 12 | 12 |
| Del llit a la cadira de rodes | 12 | 12 | -- | -- | -- | -- |
| De la cadira de rodes al llit | 12 | 12 | -- | -- | -- | -- |
| Del llit a la llitera | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| De la llitera al llit | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| De la cadira de rodes al vàter | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Del vàter a la cadira de rodes | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Rotació al llit i/o canvi postural | -- | -- | -- | 12 | 12 | -- |
| Aixecament de posició assegurada a postura dreta | -- | -- | -- | -- | -- | -- |

Descriure tasques d'MMP. Indicar en cada cel·la la quantitat de vegades que es pot presentar la tasca descrita en el torn.

| | | | | | | |
|---|-------------------|-----------|-----------|-------------------|-----------|------------|
| Altres | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Total | 24 | 24 | 0 | 24 | 24 | 12 |
| | $A + B + C = LTM$ | | 48 | $D + E + F = LPM$ | | 60 |
| Mobilització amb equipament d'ajuda manual | ATA | | | APA | | |
| | <i>M</i> | <i>T</i> | <i>N</i> | <i>M</i> | <i>T</i> | <i>N</i> |
| | <i>G</i> | <i>H</i> | <i>I</i> | <i>J</i> | <i>K</i> | <i>L</i> |
| Desplaçament cap a la capçalera del llit | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Del llit a la cadira de rodes | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| De la cadira de rodes al llit | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Del llit a la llitera | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| De la llitera al llit | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| De la cadira de rodes al vàter | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Del vàter a la cadira de rodes | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Rotació al llit i/o canvi postural | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Aixecament de posició asseguda a postura dreta | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Del llit a la butaca | 12 | 12 | -- | -- | -- | -- |
| De la butaca al llit | 12 | 12 | -- | -- | -- | -- |
| Altres | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Total | 24 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | $G + H + I = ATA$ | | 48 | $J + K + L = APA$ | | 0 |
| % ATA: percentatge d'aixecaments totals amb equipament d'ajuda | | | | | | 50% |
| % APA: percentatge d'aixecaments parcials amb equipament d'ajuda | | | | | | 0% |

Descriure tasques d'MMP. Indicar en cada cel·la la quantitat de vegades que es pot presentar la tasca descrita en el torn.

Equips d'ajuda mecànica

Per al càlcul del multiplicador *FS*, es requereixen almenys un elevador i una llitera regulable en altura per cada vuit pacients *NC*. Les dades es recullen a la fitxa 2.1:

Fitxa 2.1. Equips d'ajuda mecànica

| Tipus | Nombre | Suficiència numèrica | Percentatge | Adequació | |
|---------------|--------|----------------------|-------------|-----------|----|
| Elevador/grua | 2 | 1,5 | Suficient | >100% | Sí |
| Llitera | 0 | 1,5 | Insuficient | 0 | No |

⁽⁵⁾ Es considera adequació, si almenys el 90% de maniobres es realitza de manera auxiliada.

| Tipus | Nombre | Suficiència numèrica | | Percentatge | Adequació |
|--|--------|----------------------|-----------|---|-------------------------|
| Percentatge de llits regulables en altura amb tres nodes sobre el total de llits | 25 | 12 | Suficient | >100% | Sí |
| | | | | ATA: 50% APA: 0% (1 ⁵) | No |
| Hi ha un lloc per emmagatzemar l'equipament? | | | | | Sí |
| Hi hauria espai suficient per emmagatzemar equips de nova adquisició? | | | | | Sí (68 m ²) |
| Valor F5 | | | | | 2 |

En el nostre cas, tenim dotze pacients *NC*, per la qual cosa es requereix un mínim de $12 / 8 = 1,5$ lliteres i elevadors.

Equips d'ajuda menors

Les dades per al càlcul del multiplicador *FA* es recullen a la fitxa 2.2:

Fitxa 2.2. Ajudes menors

| Tipus | Sí/No | Nombre | Suficiència | Adequació |
|------------------|-------|--------|-------------|-----------|
| Llençol lliscant | No | 0 | No | No |
| Taula lliscant | Sí | 2 | -- | -- |
| Cinturó | No | 0 | -- | -- |
| <i>Rollbord</i> | No | 0 | -- | -- |
| <i>Roller</i> | Sí | 2 | -- | -- |
| Altres | No | 0 | -- | -- |
| Valor FA | | | | 1 |

Es considera que el *FA* és adequat quan almenys el 90% de les manipulacions parcials del pacient es realitzen amb aquestes ajudes.

Es considera suficient si es disposa de llençol o taula + dos sistemes addicionals, o bé si es disposa de llençol o taula + llits ergonòmics pel 100% dels pacients.

Factor de cadires de rodes

Per al càlcul del multiplicador *FC*, primer hem d'explicar el total de cadires de rodes (*TCR*) i, després, revisar cada model diferent per separat per avaluar les deficiències ergonòmiques que puguin tenir. Hi ha algunes qüestions que

són relatives al model de cadira (reposabraços, altura del respall, amplada, reposapeus), però n'hi ha d'altres que són relatives a la falta de manteniment o fallada de frens. Si hi ha poques cadires, es revisaran totes, una per una. Però si n'hi ha un nombre molt elevat, es realitzarà un mostreig representatiu.

Manteniment de cadires

En general, es podrà considerar que el manteniment de les cadires és inadequat quan, almenys, el 20% de les cadires tinguin deficiències de manteniment evidents.

Tot i que el criteri de deficiències de manteniment té cert grau de subjectivitat, haurem de centrar-nos en deficiències que estiguin relacionades amb riscos dorsolumbars; és a dir, que una cadira de rodes presenti deficiències en la tapisseria o l'aspecte general no hauria de contemplar-se. Tot i que sempre dependrà del criteri del tècnic amb què es realitzi l'avaluació.

Les dades referents a les cadires de rodes es recullen a la fitxa 2.3:

Fitxa 2.3. Cadires de rodes

| | Model A | Model B |
|--|----------|---------|
| Inadequat funcionament dels frens | -- | -- |
| Reposabraços no extraïbles o abatibles | -- | -- |
| Respatller inadequat $H > 90$ cm; inclinació $> 100^\circ$ | -- | -- |
| Amplada màxima inadequada > 70 cm | -- | -- |
| Reposapeus no extraïble o no reclinable | -- | -- |
| Mal estat de manteniment | -- | -- |
| Puntuació | 0 | |
| Nombre total de cadires de rodes TCR | 2 | |
| $PMSR = \text{Puntuació} / TCR$ | 0 | |
| FC | 1 | |

La suficiència numèrica es determina sobre la base del nombre de pacients que necessiten cadira de rodes respecte al nombre de cadires que hi ha. En aquest cas, només hi ha dues cadires per a tretze pacients; per tant, es considera que no n'hi ha prou.

Factor de lloc de mobilització

Per al càlcul del multiplicador F_{amb} , s'han de calcular primer les puntuacions de banys (PMB), banys amb vàter ($PMWC$) i habitacions (PMH). Una vegada calculats, se sumaran els tres valors per obtenir la puntuació mitjana d'inadequació PM_{amb} . Les dades es recullen a les fitxes 2.4, 2.5 i 2.6:

Fitxa 2.4. Bany per al pacient

| | Model A | Model B |
|--|-------------------|---------|
| Bany central (C) o bany d'habitació (H) | H | -- |
| Espai insuficient per a l'ús d'ajudes (2) | -- | -- |
| Amplada de la porta <85 cm (indicar mesura) (1) | -- | -- |
| Presència d'obstacles fixos (1) | -- | -- |
| Obertura de la porta cap endins (descriptiu) | Sí | -- |
| Absència de dutxa (descriptiu) | Sí | -- |
| Banyera fixa (descriptiu) | Sí | - |
| Unitats: nombre de banys per tipus | 25 | -- |
| Puntuació per tipus de bany: multiplicar suma de valoració d'inadequació ergonòmica per tipus de banys | 0 | |
| PMB: puntuació mitjana de banys per a la higiene del pacient | 0 / 25 = 0 | |
| Ajudes per a la higiene del pacient? | Sí | No |
| Llitera per a la dutxa? | Sí | No |
| Banyera ergonòmica adequada? Dutxa assistida | Sí | No |
| Dutxa ergonòmica adequada? Dutxa assistida | Sí | No |
| Elevador de banyera? | Sí | No |

Fitxa 2.5. Bany amb vàter

| | Model A | Model B |
|--|-------------------|---------|
| Espai suficient per a l'ús de cadira de rodes (2) | -- | -- |
| Altura del vàter inadequada (<50 cm) (1) | -- | -- |
| Absència o inadequació de la barra de suport lateral del vàter (1) | -- | -- |
| Obertura de la porta <85 cm (1) | -- | -- |
| Espai lateral entre vàter i paret <80 cm (1) | -- | - |
| Obertura de la porta cap endins (descriptiu) | -- | -- |
| Unitats: nombre de banys amb vàter per tipus | 25 | -- |
| Puntuació per tipus de bany: multiplicar suma de valoració d'inadequació ergonòmica per tipus de banys | 0 | |
| PMWC: puntuació mitjana de banys per a la higiene del pacient | 0 / 25 = 0 | |

Fitxa 2.6 Habitacions

| | Model A | Model B |
|--|-------------------|----------------|
| Espai llit/llit o llit/paret <90 cm (2) | -- | -- |
| Espai lliure des dels peus del llit <120 cm (2) | -- | -- |
| Llit inadequat: requereix aixecament manual d'una secció (1) | -- | -- |
| Espai entre llit/terra <15 cm (2) | -- | -- |
| Altura del seient de la butaca de descans <50 cm (0,5) | -- | -- |
| Presència d'obstacles fixos (descriptiu) | No | -- |
| Té llits fixos? (si escau, indicar altura) | No | -- |
| Barres laterals inadequades (destorben) | No | -- |
| Amplada de la porta (descriptiu) | 100 cm | -- |
| Llit sense rodes (descriptiu) | No | -- |
| Unitats: nombre de banys amb vàter per tipus | 25 | -- |
| Puntuació per tipus de bany: multiplicar suma de valoració d'inadequació ergonòmica per tipus de banys | 0 | |
| PMH: puntuació mitjana de banys per a la higiene del pacient | 0 / 25 = 0 | |

A continuació, es recullen els resultats aportats per les fitxes 2.4, 2.5 i 2.6:

| | |
|---|-------------|
| <i>PMB</i> : puntuació mitjana de banys per a la higiene del pacient | 0 |
| <i>PMWC</i> : puntuació mitjana de banys per a la higiene del pacient | 0 |
| <i>PMH</i> : puntuació mitjana de banys per a la higiene del pacient | 0 |
| <i>PM_{amb}</i> : puntuació mitjana d'inadequació | 0 |
| <i>F_{amb}</i>: factor del lloc de mobilització | 0,75 |

Índex MAPO i nivell de risc

Per calcular l'índex MAPO s'ha d'utilitzar la funció següent:

$$MAPO = \left(\frac{NC}{Op} \times FS + \frac{PC}{Op} \times FA \right) \times FC \times F_{amb} \times FF \quad 3.47$$

Ara, apliquem a la fórmula els valors anteriors:

$$MAPO = \left(\frac{12}{10,5} \times 2 + \frac{13}{10,5} \times 1 \right) \times 1 \times 0,75 \times 1 = 2,64 \quad 3.48$$

Segons resultats obtinguts, hi ha un **nivell d'exposició mitjà**, amb necessitat d'intervenir a mitjà i llarg termini:

| Índex MAPO | Exposició |
|-------------------|--|
| 0 - 1,5 | Acceptable |
| 1,51 - 5 | Exposició mitjana. Necessitat d'intervenir a mitjà/llarg termini: <ul style="list-style-type: none">- dotació d'equips d'ajuda- vigilància sanitària- formació |
| >5 | Exposició mitjana. Necessitat d'intervenir a curt termini: <ul style="list-style-type: none">- dotació d'equips d'ajuda- vigilància sanitària- formació |

Resum

La manipulació manual de càrregues és un dels factors de risc que més baixes provoca actualment a les empreses. Cal comptar amb ergònoms especialistes capaços d'avaluar els riscos derivats d'aquestes activitats.

Inicialment, s'ha de realitzar una avaluació simplificada del risc mitjançant la metodologia proposada per la norma ISO /TR 12295 vista al mòdul «Detecció de factors de risc en el lloc de treball». Derivada d'aquesta avaluació simplificada podem obtenir tres situacions: l'absència de risc, la presència d'un risc intolerable o, en la majoria de casos, la necessitat de realitzar una avaluació més detallada.

En aquest punt el tècnic en ergonomia ha d'aplicar diverses metodologies d'avaluació de riscos ergonòmics per manipulació manual de càrregues, transport de càrregues, empenyiment o arrossegament o, en el cas del sector sanitari, aplicar un mètode específic per a mobilització de malalts com és el MAPO.

Bibliografia

Frick, H.; Stark, D.; Leonhardt, H. (1981). *Manual de anatomía humana*. Barcelona: Omega.

García Benavides, F.; Ruiz Frutos, C.; García, A. M. (2004). *Salud laboral: conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales* (2a. ed.). Madrid.

Hernández-Soto, A.; Álvarez-Casado, E.; Tello Sandoval, S. (2009). *Manual de evaluación de riesgos para la prevención de trastornos musculoesqueléticos*. Barcelona: Factors Humans.

INSHT (1997). Reial decret 39/1997, pel qual s'aprova el Reglament dels serveis de prevenció.

INSHT (2011). *NTP 907. Evaluación del riesgo por manipulación manual de pacientes: método MAPO*.

Organització Internacional per a l'Estandardització (1999). *ISO 7250:1996. Dades antropomètriques de la població laboral espanyola*.

Jürgens, H.; Aune, I.; Pieper, U. (1989). *Internationaler anthropometrischer Datenatlas* (vol. 587). Dortmund: Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz.

Llaneza Álvarez, F. J. (2009). *Ergonomía y psicología aplicada. Manual para la formación del especialista* (14a. ed.). Valladolid: Lex Nova.

McCormick, E. J. (1980). *Ergonomía*. Barcelona: Gustavo Gili.

Mondelo, P. R.; Gregori, E.; Blasco, J.; Barrau, P. (1999). *Ergonomía I. Fundamentos* (3a. ed.). Barcelona: Edicions UPC.

Mondelo, P. R.; Gregori, E.; Blasco, J.; Barrau, P. (1999). *Ergonomía III. Diseño de puestos de trabajo* (3a. ed.). Barcelona: Edicions UPC.

Niebel, B.; Freivalds, A. (2001). *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo* (10a. ed.). Mèxic: Alfaomega.

Nogareda, S. (2008). *Ergonomía* (5a. ed.). Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Oficina Internacional del Treball (2006). *Introducción al estudio del trabajo* (4a. ed.). Ginebra: OIT.

Ramírez, C. (1991). *La ergonomía y la productividad*. Mèxic: Limusa.

Salvendy, G. (1997). *Handbook of human factors and ergonomics*. Nova York: John Wiley and Sons.

Singleton, W. (1967). «Ergonomics in Systems design». *Ergonomics* (vol. 10, pàg. 541-548).

Snook, S.; Ciriello, V. (1991). «The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces». *Ergonomics* (vol. 34, núm. 9, pàg. 1.197-1.213).

