

De rug: een kostbare constructie

Preventie van rugpijn in de bouw

Jean-Philippe Demaret
Freddy Willems
Frédéric Gavray

November 2005

Deze brochure werd samengesteld door Jean-Philippe Demaret (ergonoom, licentiaat kinesitherapie en lichamelijke opvoeding) in samenwerking met Frédéric Gavray (licentiaat gezondheidsopvoeding, kinesitherapeut) en Freddy Willems (Europees ergonoom en ergotherapeut). Zij zijn alle drie lid van Prevent (Instituut voor preventie, bescherming en welzijn op het werk).

Het initiatief voor dit document kwam van de Federale Overheidsdienst Werkgelegenheid, Arbeid en Sociaal Overleg. Het gaat om een pedagogisch instrument dat de opleiding tot monitor in de preventie van rugklachten in het bouwbedrijf aanvult en gesubsidieerd wordt door het Europees Sociaal Fonds (ESF) en de FOD. Wij danken in het bijzonder mevrouw Nicole Dery en haar team voor hun steun bij de realisatie van deze brochure.

De inhoudelijke aanpassing van de brochure aan de bijzonderheden van het bouwvak was mogelijk dankzij de deskundige adviezen van de heren Henri Ranson en Willy Desmet, arbeidsinspecteurs op de dienst Toezicht op het welzijn op het werk.

Wij danken ook uitdrukkelijk alle mensen en ondernemingen die belangstelling hebben getoond voor dit werk, ons kostbare raad hebben gegeven en ons in de gelegenheid hebben gesteld deze brochure te verrijken met levensechte foto's:

S. BEIERMEISTER van de firma PROBST HANDLING & LAYING SYSTEMS (D-71729 Erdmannhausen - Duitsland)
C. BONFOND van de firma TRTC BONFOND Fils S.A. (B-4190 Ferrières – België)
K. BULA van de firma DRILLFIX (CH-5200 Brugg - Zwitserland)
V. COLSON van de firma GALERE (B-4053 Chaudfontaine – België)
E. DECHATRE van de firma MACC (F-86104 Châtelleraut – Frankrijk)
M. DELFORGE van de firma REFORME ET NIZET – THIRION S.A. (B-4400 Flémalle - België)
C. DEPUE en G. LERICHE van het NAVB (B-1000 Brussel - België)
A. DI TRAPANI, ontwerper van de BESTO-blokken (B-7100 La Louvière – België)
T. KURTE van de firma FABRICIUS FASTENER GmbH (G-33100 Paderborn - Duitsland)
M. LARDINOIS van de firma CLOSE (B-4920 Harzé – België)
JP. LEQUIEU van de FOREM Formation Charleroi (B-6200 Châtelineau – België)
A. LORCE van de firma LORCE sprl (B-4684 Haccourt België)
G. MASSENAUX en P. WEBER van de firma MASSENAUX – WEBER sprl (B-4837 Baelen - België)
D. MYSLINSKI en Y. DEBROUX van de FOD-dienst Toezicht op het welzijn op het werk (B-4000 Luik – België)
L. PIERRET en L. WAUTERS van de firma T.PALM (B-4910 Polleur Theux – België)
S. PONGOLI van de firma NEW PONGOLI (B-6000 Charleroi - België)
V. RADERMECKER van de firma MACC Benelux (B-1910 Kampenhout - België)
G. SAVO van de firma SAVO S.A. (B-4610 Beyne-Heuzay – België)
J. TROMME van het Instituut St Laurent (B-4000 Luik - België)

Dank ook aan de geduldige “modellen” van de fotosessies: Géraldine, Caroline en Patricia.

Sommige illustraties zijn ontleend aan de brochure “Manutentions manuelles”, die professor Ph. Mairiaux en zijn team van de ULg hebben samengesteld voor de FOD. Andere komen uit de brochure “Vivre en harmonie avec son dos” van de bedrijfsgeneeskundige dienst van het Luikse Cockerill Sambre.

Sommige theoretische begrippen komen uit gespecialiseerde werken: “Prévention des vibrations au poste de conduite des machines mobiles” (INRS, Frankrijk).

Dezelfde auteurs hebben in samenwerking met de cel vorming van Preventagri een doelgerichte brochure over preventie van rugpijn in de land- en tuinbouw gerealiseerd. Onderhavige brochure volgt hetzelfde stramien, maar toegepast op de bouwsector.

1. Inhoud

1. INHOUD	1
2. VOORWOORD	3
3. INLEIDING	4
4. VOORSTELLING VAN DE WERKING VAN DE RUG	5
A. Het belangrijkste onderdeel: de wervelkolom	5
B. De vorm van de wervelkolom	6
C. De verschillende onderdelen van de wervelkolom en hun functie	6
1. De wervels	6
2. De gewrichten	7
3. De structuren voor versteviging en beweeglijkheid	9
4. De zenuwstructuren	10
D. Rechtopstaande houding: neutrale gewrichtspositie	10
E. Te onthouden	11
5. RISICOFACTOREN VOOR RUGPIJN	12
A. Herhalen of lang aanhouden van bepaalde bewegingen en houdingen	12
1. Zich vooroverbuigen (ronde rug)	12
2. Zich opzijdraaien al vooroverbuigend	13
3. Langdurig zitten	14
4. Langdurig hurken of knielen	14
5. Enkele voorbeelden van lastige houdingen voor de rug	15
B. Hanteren van lasten	17
1. De risico's in verband met de grijpafstand en de houding	17
2. Enkele houdingen die de rug vermoeien bij het hanteren van een last	22
3. Risico's in verband met de kenmerken van de opgetilde last	23
4. Risico's in verband met het verplaatsen van lasten	24
C. Trillingen bij het besturen van rijdend materieel	25
D. Persoonlijke risicofactoren	27
1. Zittend leven en spierstijfheid	27
2. Roken	27
3. Andere persoonlijke risicofactoren	27
E. Stress	27
F. Te onthouden	29
6. RUGPIJN: VAN NATUURLIJKE VEROUDERING VAN DE WERVELKOLOM TOT PATHOLOGIE	30
A. Natuurlijke veroudering en artrose	30
B. Beschadiging van de ligamenten en van de achterste gewrichten	31
C. Spiermoeheid	31
D. Spiercontractuur	31
E. Beschadiging van de tussenwervelschijf	32
F. Lumbago	34
G. Extra tips	34

1.	Bedrust: maximaal twee dagen	34
2.	Houd rekening met ernstige signalen	34
3.	Chirurgische ingreep in geval van discus hernia?	34
H.	Te onthouden	34
7.	PREVENTIE VAN RUGPIJN	35
A.	Preventie op de arbeidspost	35
1.	Goede werkhoopte	35
2.	Zich op de goede hoogte plaatsen: aangepaste houdingen	45
3.	Zorg voor een optimale toegang tot het werkvlak	55
4.	Zorg voor een goede toegang tot de werkpost	56
5.	Vergemakkelijk het verplaatsen van de lasten	57
6.	Pas de kenmerken van het voorwerp aan	66
7.	Organisatie van het werk	70
8.	Draag persoonlijke beschermingsmiddelen	71
9.	Zittend werk en computerwerk: zorg voor de nodige aanpassingen	72
10.	Preventie van trillingen	76
B.	Te onthouden	80
C.	Preventie thuis en in de vrije tijd	81
1.	De goede houdingen	81
2.	Pas het huismeubilair aan	85
3.	Lichaamsbeweging	86
4.	Omgaan met stress	91
8.	BIJLAGEN	92
A.	Specifieke bewegingen en houdingen om lasten te hanteren	92
1.	Algemene principes	92
2.	De verschillende technieken	92
B.	Te onthouden	108
C.	Aanvullende uitleg over de druk op de lumbale tussenwervelschijven	109
1.	In rechtopstaande houding	109
2.	Met een last van 15 kg op het hoofd	109
3.	Met een last van 15 kg in de handen	110
4.	90° voorovergebogen met ronde rug zonder last in de hand	111
5.	90° voorovergebogen met ronde rug met een last van 15 kg in de hand	112
6.	Met een last van 15 kg en in een juiste houding	112
D.	Vragenlijst	113
9.	REFERENTIES	117

2. Voorwoord

Het project “Rugklachtenpreventie” is de vrucht van de samenwerking tussen de Federale Overheidsdienst Werkgelegenheid, Arbeid en Sociaal Overleg en het instituut Prevent. Het ontstond in het jaar 2000 uit een concept ontwikkeld door het Centre de promotion du travail dat tot doel had de risico’s op rugklachten in de sector van de kinderverzorging aan te pakken door het geven van opleiding aan de kindverzorgsters en de kleuterleidsters.

Door de tussenkomst van het Europees Sociaal Fonds werd het mogelijk om een zeer groot publiek te bereiken (directies van de kribben, leraren lichamelijke opvoeding van kindverzorgsters en kleuterleidsters...) om zo een groot-schalig effect te bewerkstelligen. Dit heeft geleid tot doorslaggevende resultaten dankzij ondermeer een resem aan realisaties die het actieplan ondersteunen. De preventie gebeurt door de verspreiding van de cd-rom en de brochures, sensibilisatiesessies en het ter beschikking stellen van ergonomische kussens en oefenmatjes in schuimrubber.

Gesterkt door het succes is het project uitgebreid naar andere sectoren zoals de landbouw, de bouw en de thuishulp.

3. Inleiding

Het is moeilijk de beroepscategorie aan te duiden die het grootste risico van rugpijn heeft. De bouwsector zit wellicht in de kopgroep.

In Europa klaagt 48% van de bouwvakkers over rugproblemen, terwijl het Europese gemiddelde bij alle werknemers zonder onderscheid van sector 33% bedraagt (Europese Stichting tot verbetering van de levens- en arbeidsomstandigheden 2000).

In de Franse sector van de bouw en de openbare werken gebeurt 32% van de arbeidsongevallen bij het manueel hanteren van lasten (bron CNAM, 1990).

Uit een Zweedse studie (Holmström et coll. 1992) bij 2500 werknemers bleek dat 54% van de onderzoeksgroep in de voorbije 12 maanden last had gehad van lumbalgie (lage rugpijn). In 25% van de gevallen had de pijnepisode meer dan 30 dagen geduurd. De auteurs rapporteerden ook dat het risico van lumbalgie driemaal groter is als de werknemer onder hoge stress staat.

Een drie jaar durende follow-up bij 285 Duitse werknemers (Hamburg construction worker study door Latza et coll. 2000) leidde tot soortgelijke resultaten. In het derde follow-upjaar had 31% van de onderzoekspersonen in het voorbije jaar aan lumbalgie geleden. Er kon worden nagegaan welke activiteiten een hoog risico van lumbalgie vertonen: het plaatsen van steigers, het monteren van dakgeraamten, het zagen van hout en het metselen van bakstenen van 7 à 10 kg (type "3DF").

Specialisten wijzen steevast op het multifactoriële karakter van dorsolumbale pijn. Ook in de bouwsector zijn de oorzaken velerlei. Het seizoengebonden karakter (werken in openlucht, weersomstandigheden, diverse infrastructuur) verhoogt de problemen nog, en dat geldt ook voor de organisatorische kenmerken van het werk (nomadisch werk, afwijkende werkuren, veel veranderingen in de loop van het werk).

In het eerste deel van het document bekijken we de belangrijkste risicofactoren en trachten we ze toe te lichten. Dat is geen gemakkelijke taak, want elk bouwproject is een uniek gegeven waarbij tal van actoren met elk zeer specifieke activiteiten betrokken zijn. Wij hebben geprobeerd nu eens de algemene oorzaken naar voren te halen en dan weer in te gaan op oorzaken die specifiek zijn voor een bepaald bouwambacht. Uit de algemene vaststellingen kan de lezer de elementen halen die verband houden met de concrete bouwactiviteit die hem interesseert.

In het tweede deel wordt het preventieve aspect behandeld. Het accent ligt op vier componenten: ergonomische aanpassing van de arbeidspost, rugsparende houdingen (met name bij het hanteren van lasten), het belang van evenwichtige lichaamsbeweging en omgaan met stress.

Dit document richt zich vooral tot preventiespecialisten (preventieadviseurs) die hun kennis over de problematiek van rugpijn willen uitbreiden en op zoek zijn naar argumenten om hun gesprekspartners ertoe te overhalen hun rug of die van hun werknemers te beschermen. Het is niet zo simpel om een ergonomische en houdingsverbetering te bewerken. Sommige nadelige handelwijzen zitten er immers al van jongs af ingebakken. Ons beeld van de typische bouwvakker (een robuuste man die vertrouwt op zijn spierkracht...) belemmert ook de preventieve aanpak. "Goed voor slappelingen, die technieken", beweren sommigen tijdens de opleidingen. "Allemaal tijdverlies", doen anderen er nog een schepje bovenop. Nog anderen willen gewoon niet aan hun oude gewoonten raken.

Om een antwoord te zoeken op die negatieve houdingen, trachten we in deze brochure de risicofactoren te analyseren, om de lezer maximaal bewust te maken van het gezondheidsrisico. Lukt die eerste stap, dan wordt het gemakkelijker in te gaan op de preventiemogelijkheden.

Om de tekst niet te zwaar te maken, hebben wij sommige gedeeltes als bijlage behandeld. Aan het einde van de brochure is een vragenlijst opgenomen. U kunt proberen die vóór het lezen van de brochure op te lossen, om uw kennis te testen en uw leergierigheid te prikkelen. Na lectuur van de brochure kunt u de vragenlijst nog eens ter hand nemen om te zien of u niets aan uw aanvankelijke antwoorden moet veranderen.

4. Voorstelling van de werking van de rug

Het lijkt logisch dat een technicus die een motor herstelt, de onderdelen, het nut en de werking van de verschillende stukken kent. Ook wie rugklachten wil voorkomen, kan maar beter de onderdelen, de werking en de bijzondere kenmerken van de rug kennen. Wat volgt zal u helpen de verschillende “risicofactoren” van rugpijn in het algemeen en meer bepaald in de bouw te onderscheiden om zodoende de nodige voorzorgsmaatregelen te treffen.

A. Het belangrijkste onderdeel: de wervelkolom

De rug is een menselijk lichaamsdeel dat bepalend is voor de algemene soepelheid en voor de ondersteuning van het hoofd en van de bovenste ledematen. Die dubbele functie wordt verzekerd door de **wervelkolom** (rachis) en haar verschillende onderdelen. Veel mensen zijn weinig vertrouwd met de vorm, de werking en de specifieke eigenschappen van de wervelkolom. Toch is het nuttig een aantal begrippen te kennen en te begrijpen om in te zien dat het belangrijk is onze rug te beschermen en hoe we dat kunnen doen.

De wervelkolom bestaat uit vijf zones, die elk samengesteld zijn uit wervels met allen een gelijkaardige vorm. Die wervels worden aangeduid met de eerste letter van de Latijnse naam van de zone waarin de wervel ligt en met een cijfer. De nummering loopt van boven naar onder:

- 1) de zeven cervicale wervels of **halswervels** (C1 tot C7) (C1 = atlas en C2 = axis);
- 2) de twaalf dorsale wervels of **rugwervels** (D1 tot D12), waar de twaalf ribbenparen aan vastzitten;
- 3) de vijf lumbale wervels of **lendenwervels** (L1 tot L5);
- 4) het **sacrum** of **heiligbeen** (vijf vergroeide wervels, van S1 tot S5).

Aan weerszijden van het heiligbeen zitten twee grote beenderen, de **darmbeenderen**. Die drie beenderen vormen samen het **bekken**. Het **heupgewricht** bevindt zich op de zijkant van het darmbeen, tussen het darmbeen en het femur, het dijbeen.

- 5) het **stuitbeen** (3 of 4 vergroeide wervels; nog een overblijfsel van de staart).



B. De vorm van de wervelkolom

Van voren en van achteren gezien is de wervelkolom recht.

Van opzij gezien, is zij niet recht, maar kromlijinig: zij vertoont vier krommingen, die ofwel voorwaarts gericht zijn (het gaat dan om **lordose**) ofwel naar achteren gericht zijn (het gaat dan om **kyfose**).

halslordose (hol)	}	mobiel
rugkyfose (bol)		
lendenlordose (hol)		
heiligbeenkyfose (bol)	}	stijf

Die S-vorm bestaat niet bij de viervoetige dieren, ook niet bij de chimpansee, onze meest verwante voorouder. Toen de mens de rechtopstaande houding leerde beheersen, noodzaakte dat een wijziging van de vorm van de wervelkolom, om de romp volledig te kunnen oprichten zonder een te grote spierinspanning. Zo ontstond de voorwaartse kromming van de lenden: de lendenlordose. Die holle lendenkromming zorgt ervoor dat het zwaartepunt van het hoofd en van de romp boven de lendenwervels - het steunpunt - komt te liggen, zodat we rechtop kunnen staan zonder dat de rugspieren zich hoeven samen te trekken.

Die drie krommingen vormen de zogenoemde natuurlijke krommingen van de wervelkolom. De druk en de spanningen ter hoogte van de tussenwervelschijven, de ligamenten en de spieren zijn minimaal als die drie krommingen natuurlijk worden gehouden, dit is zoals ze zijn in rechtopstaande houding, zonder spiercontractie.



Lendenlordose: de sleutel van onze rechtopstaande houding

C. De verschillende onderdelen van de wervelkolom en hun functie

De eenheid die het wervelsegment wordt genoemd, bestaat uit de volgende structuren:

1. De wervels

De wervels zorgen voor de stevigheid van de wervelkolom.

Als we een wervel in bovenaanzicht of een wervelsegment (twee wervels in zijaanzicht) van dichtbij bekijken, kunnen we de volgende kenmerken onderscheiden:



Wervelsegment in zijaanzicht



Wervel in bovenaanzicht

- ☐ Een grote cilindrische massa vooraan (wervellichaam) (A)
- ☐ Het ruggenmergskanaal: beschermt het ruggenmerg dat erdoor loopt (B)
- ☐ Beenuitsteeksels (apofysen) die als aanhechtingspunt dienen voor de gewrichtsbanden en de spieren (C dwarsuitsteeksel en D doornuitsteeksel)
- ☐ Gewrichtsvlakken die de boven- en onderwervel in elkaar doen grijpen (E)

2. De gewrichten

a) De tussenwervelschijf

De beweeglijkheid wordt gewaarborgd door de verbindingen tussen die verschillende benige stukken: de **tussenwervelschijven** en de **achterste gewrichten**.

Tussen de opeenvolgende wervels ligt telkens een tussenwervelschijf (H). Die tussenwervelschijf bestaat uit twee delen:

- ❑ de **kern** (L) (in het midden) lijkt op zeer dikke gelatine. Zij is samengesteld uit:
 1. Specifieke eiwitten (grote moleculen, proteoglycanen genoemd) die water aantrekken (10% van haar massa)
 2. Water (90% van haar massa)
- ❑ De **vezelring** (M) (aan de buitenrand) is opgebouwd uit vezels in concentrische lagen. Die verschillende lagen liggen afwisselend schuin in de ene en in de andere richting zodat er een soort roosterwerk ontstaat dat de geleidende kern stevig omsluit.

De tussenwervelschijven worden genoemd naar de bovenliggende en de onderliggende wervel. Tussenwervelschijf L5/S1 bijvoorbeeld is de tussenwervelschijf tussen de vijfde lendenwervel en de eerste heiligbeenwervel.



Wervelkolomsegment in zijaanzicht: de ligamenten (F), de spieren (G), de tussenwervelschijf (H), het ruggenmerg (J) en de zenuwwortels (K)



Wervel in bovenaanzicht met de schijf: de ligamenten (F), de spieren (G), de tussenwervelschijf (H), het ruggenmerg (J) en de zenuwwortels (K)



wit: vezels van de vezelring
geel: kern
oranje: contactzone met de wervel

(1) functie: demping en beweeglijkheid

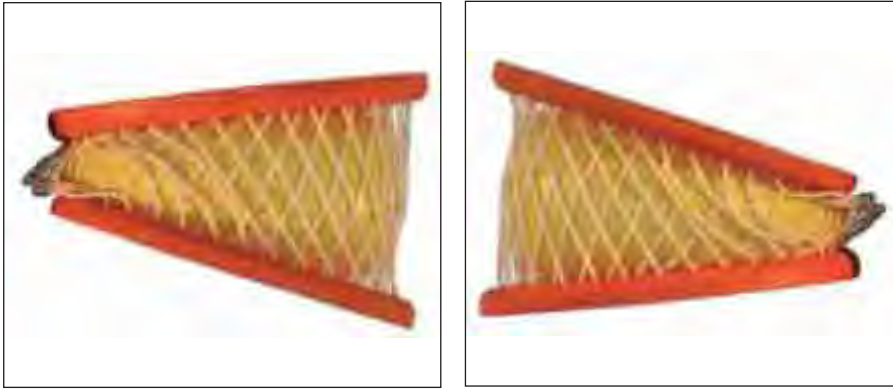
De wateraan trekking (door de proteoglycanen) geeft de kern een soort voorspanning die enigszins vergelijkbaar is met de voorspanning van bepaalde constructies (bruggen, masten). Dankzij die positieve inwendige druk dempt en absorbeert de tussenwervelschijf de verschillende drukschommelingen die worden veroorzaakt door bepaalde houdingen,



goederenbehandelingen, verplaatsingen te voet of per auto... De tussenwervelschijf van jonge mensen is te vergelijken met een goed opgeblazen luchtband (ook al bevat de kern van de tussenwervelschijf geen lucht).

Schokdempende functie

De kern fungeert ook als mechanisch kogelgewricht dat soms zeer wijde bewegingen mogelijk maakt: zich vooroverbuigen, zich strekken, de romp draaien.



Functie op het vlak van beweeglijkheid

(2) bijzondere kenmerken

(a) uiterst weinig zenuwcellen

Elk weefsel in ons lichaam is voorzien van zenuwuiteinden, die in aantal verschillen naar gelang van de locatie. De handen bevatten bijvoorbeeld enorm veel zenuwuiteinden. Die zenuwcellen fungeren als schildwachten en sturen de hersenen signalen om ze te verwittigen van beschadiging of agressie.

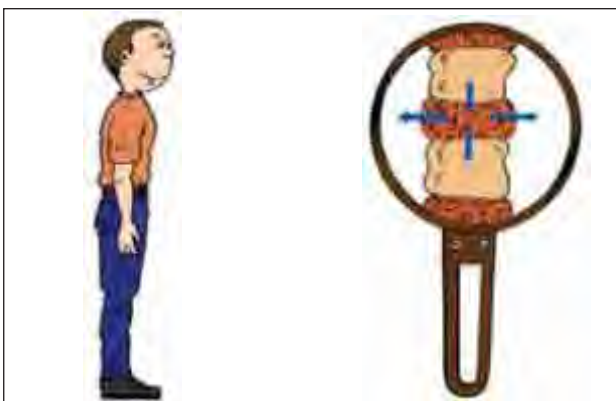
Anders dan vaak wordt gedacht, bevatten de tussenwervelschijven weinig zenuwcellen. Daardoor zijn zij weinig geschikt om de hersenen op de hoogte te brengen van de eerste beschadigingen.

(b) Ontbreken van bloedvaten

De lichaamsorganen en -weefsels worden gevoed via de bloedvaten: de slagaders brengen zuurstof en voedingsstoffen naar de cellen, terwijl de aders de toxines afvoeren naar de zuiveringsorganen. De tussenwervelschijf bevat geen bloedvaten. De tussenwervelschijf "voedt" zich wanneer we veranderen van houding en bewegen, zoals een spons die drukwisselingen ondergaat. Statische houdingen en gebrek aan lichaamsbeweging daarentegen belemmeren de uitwisseling van vloeistoffen en voedingsstoffen in de tussenwervelschijf.



De tussenwervelschijf is vergelijkbaar met een spons



Rechtopstaand: evenwichtige druk en geringe in- en uitgaande beweging van vloeistof



Liggende houding: geringe druk op de schijven, de schijf absorbeert water (dankzij de grote cellen die water aantrekken) en ook voedingsstoffen. De hoogte van de tussenwervelschijf neemt toe. Vandaar dat we 's morgens ongeveer 1 tot 2 cm groter zijn dan 's avonds.



Rechtopstaand met een last in de handen of bij lichaamsoefeningen: grote druk op de tussenwervelschijf, waardoor het vocht en de afvalstoffen van de tussenwervelschijf naar buiten worden afgevoerd. De dikte van de tussenwervelschijf vermindert.

b) De achterste gewrichten

Deze kleine gewrichten (E) zijn bedekt met kraakbeen en spelen een rol die vergelijkbaar is met de rol van treinspooren die de locomotief in goede banen leiden: zij laten bepaalde bewegingen toe en maken er andere onmogelijk.

Zij zijn **rijk aan zenuwuiteinden** en dus gevoelig voor bewegingen, voor beschadiging en zelfs voor luchtdrukschommelingen.

3. De structuren voor versterking en beweeglijkheid

a) De ligamenten of gewrichtsbanden

Talrijke ligamenten lopen door de hele wervelkolom (F). Je kunt ze vergelijken met elastieken. Zij stabiliseren en versterken de wervelkolom. Anders dan bij de tussenwervelschijven lopen er **talrijke zenuwuiteinden** doorheen de ligamenten. Beschadiging van een ligament is dan ook een erg pijnlijke zaak die zeer snel wordt opgemerkt.

b) De spieren

De **paravertebrale spieren** (G) zijn vastgehecht aan de achterkant van de wervelkolom. Zij lopen in de goten die gevormd worden door de uitsteeksels.

Door contractie (samentrekking) van de paravertebrale spieren wordt de rug in een bepaalde positie gehouden, wordt de romp opgericht of wordt het dalen van de romp afgeremd als we ons vooroverbuigen. De paravertebrale spieren verhogen ook de stabiliteit van de romp.

De spieren van het menselijk lichaam werken synergetisch. Preventie van rugpijn mag niet worden versmald tot zorg voor de rug- en buikspieren. Verderop zullen we ingaan op het belang van versterking en versoepeling van het hele spierstelsel.

4. De zenuwstructuren

a) Het ruggenmerg

Het **ruggenmerg** (J) is de zenuwstreng die vertrekt vanuit de hersenen en langs het ruggenmergskanaal door elke wervel gaat.

b) De zenuwwortels

Zoals een boom wortels heeft, zo is het ruggenmerg onderverdeeld in **zenuwwortels** (K), die het wervelkanaal verlaten via de tussenwervelopeningen (openingen opzij tussen twee wervels). Die wortels vormen het vertrekpunt van de verschillende **zenuwen** die door de ledematen en de romp lopen. Elke zenuwwortel heeft een naam, die afgeleid is van de wervel boven zijn uitgangspunt. Zenuwwortel L5 links verlaat het wervelkanaal langs de linkse tussenwervelschijf onder wervel L5.

Zeer bekend is de **heupzenuw**. Zij heeft verschillende vertakkingen die verschillende delen van de dij, het been en de voet bezenuwen.

D. Rechtopstaande houding: neutrale gewrichtspositie

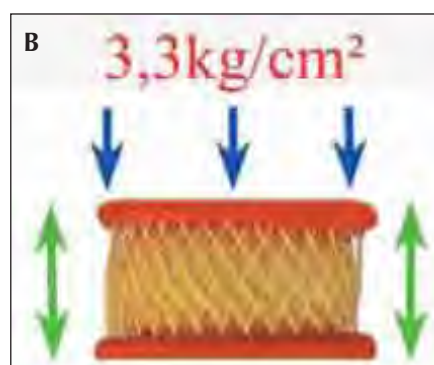
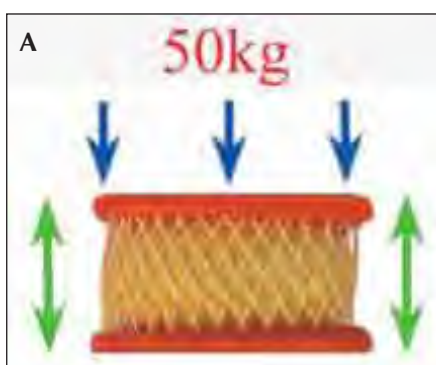
De verticale rechtopstaande houding met de natuurlijke lendenlordose beantwoordt aan een homogene spreiding van de druk op de tussenwervelschijf en de achterste gewrichten, dat wil zeggen de vóór- en achterkant van het wervelsegment. De ligamenten ondergaan geen spanning en we kunnen spreken van een neutrale houding of evenwichtshouding. Die natuurlijke lordose is het gecombineerde resultaat van het evenwicht van de rechtopstaande houding en het economische beheer van de spierinspanning; zij impliceert een houding die “comfortabel” is voor de wervelgewrichten.

De lumbale tussenwervelschijven en met name tussenwervelschijven L4-L5 en L5-S1 dragen het gewicht van de romp, het hoofd en de armen. Die lichaamsdelen vertegenwoordigen 2/3 van het lichaamsgewicht. Voor iemand die 75 kg weegt, is de druk op tussenwervelschijf L5-S1 gelijk aan ongeveer 50 kg ($\pm$ 500 newton). Aangezien het tussenwervelschijfoppervlak ongeveer 15 cm² bedraagt, is de druk gelijk aan ongeveer 3,3 kg per cm².

In liggende houding vermindert de druk op de tussenwervelschijven: de druk daalt dan naar 25% van de waarde bij rechtopstaande houding en bedraagt dan dus nog 12,5 kg. Verderop zullen wij zien dat bepaalde houdingen en goederenbehandelingen de druk echter ook ernstig kunnen verhogen.



Rechtopstaande houding: evenwicht van het wervelsegment



A: druk op de volledige tussenwervelschijf L5-S1 (laatste lumbale tussenwervelschijf)

B: druk per cm² op tussenwervelschijf L5-S1

E. Te onthouden

De wervelkolom is opgesplitst in 5 zones:

Van boven naar beneden:

- Halswervels
- Rugwervels
- Lendenwervels
- Heiligbeen
- Stuitbeen

De wervelkolom vertoont voorwaartse krommingen (halslordose en lendenlordose) en achterwaartse krommingen (rugkyfose en heiligbeenkyfose). Die krommingen en met name de lendenlordose zijn natuurlijk en maken een inspanningsloze rechtopstaande houding mogelijk.

Voor de stevigheid van de structuur zorgen de benige structuren: de **wervels**.

De beweeglijkheid wordt verzekerd door de verbindingen tussen die verschillende benige onderdelen: de **tussenwervelschijven en de achterste gewrichten**.

Spieren en ligamenten zorgen voor beweeglijkheid en extra stevigheid. Het **ruggenmerg** en de **zenuw-wortels** geleiden de informatie; ze zitten veilig omsloten binnen een kanaal dat door elke wervel gaat (het ruggenmergskanaal).

Bloedvaten zorgen voor de voeding van de wervelkolom.

De **tussenwervelschijf** speelt een dubbele rol en heeft twee bijzondere kenmerken:

Functies: beweeglijkheid en schokdemping

Bijzonderheden:

- **Zeer weinig zenuwcellen:** daardoor doet beschadiging van een tussenwervelschijf in het begin weinig pijn.
- **Geen bloedvaten:** beweging is zeer belangrijk omdat die bijdraagt tot de voeding van de tussenwervelschijf en de verwijdering van toxines (giftige stoffen).

5. Risicofactoren voor rugpijn

A. Herhalen of lang aanhouden van bepaalde bewegingen en houdingen

Als de kromming van de wervelkolom niet meer overeenstemt met de natuurlijke kromming, is de druk tussen de voor- en de achterkant of de zijdelen van het wervelsegment niet meer goed verdeeld.

Er wordt een (soms zeer grote) samendrukking ontwikkeld ter hoogte van de tussenwervelsschijf en de achterste gewrichten.

Het repetitieve karakter en de duur van de bewegingen en de houdingen zijn doorslaggevend voor de omvang van het risico voor de wervelkolom. Het gaat dus niet om één enkele beweging, maar om de opeenstapeling van die bewegingen in de loop van de dag, maanden- en jarenlang. De voorwaartse buiging met ronde rug bijvoorbeeld is een beweging die in bepaalde beroepen 100, 500 tot zelfs 1000 keer per dag wordt herhaald.

Bepaalde bewegingen zijn al schadelijk voor de wervelkolom als ze worden uitgevoerd zonder last in de handen. Als ze dan nog eens worden uitgevoerd tijdens het hanteren van een last, is het risico des te groter (zie hoofdstuk hanteren van lasten).

1. Zich vooroverbuigen (ronde rug)

De romp wordt naar voren gebracht en de wervelkolom wordt rond, de lendenlordose verdwijnt. Hol wordt bol. Die omkering van de lendenkromming gaat gepaard met wijzigingen in de druk- en spanningsverdeling van de verschillende bestanddelen:

- ☐ Het voorste deel van de tussenwervelschijf wordt samengedrukt, dichtgeknepen.
- ☐ Het achterste deel van de tussenwervelschijven en de achterste ligamenten worden uitgerekt.
- ☐ De druk op de tussenwervelschijven neemt toe en stijgt van 50 kg in rechtopstaande houding naar ongeveer **300 kg** in deze voorovergebogen houding (een zesvoud dus).
- ☐ De druk is verdeeld over een klein deel van de tussenwervelschijf en niet langer over de hele schijf. De berekening van de druk per oppervlakte-eenheid (cm^2) toont aan dat de druk op de voorkant van de schijf stijgt van $3,3 \text{ kg/cm}^2$ in rechtopstaande houding naar **40 kg/cm^2** (300 kg op een oppervlak dat tot ongeveer $7,5 \text{ cm}^2$ is gereduceerd (een halvering dus) doordat de voorkant van de schijf wordt dichtgeknepen).

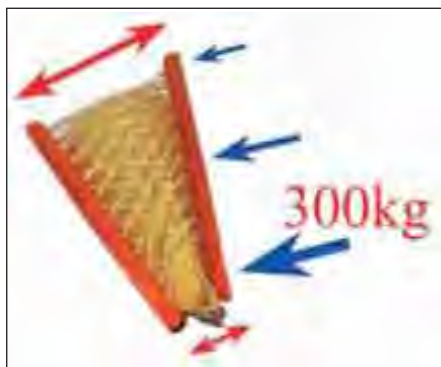
De drukverhoging op de tussenwervelschijven vindt zijn verklaring in het fysische mechanisme van de hefboomarm. Het gewicht van de romp verplaatst zich naar voren en creëert een belangrijke hefboomarm (overhang) die wordt gecontrabalanceerd door de paravertebrale spieren, die slechts over een zeer korte hefboomarm beschikken (5 cm). De spieren trekken zich samen om de romp tegen te houden en die contractie verhoogt sterk de druk op het steunpunt dat wordt gevormd door de tussenwervelschijf (notenkrakereffect).

Bij zijwaartse buiging van de romp treden dezelfde fenomenen van compressie en uitrekking van het wervelsegment op, maar dan aan de zijkanen van het wervelsegment

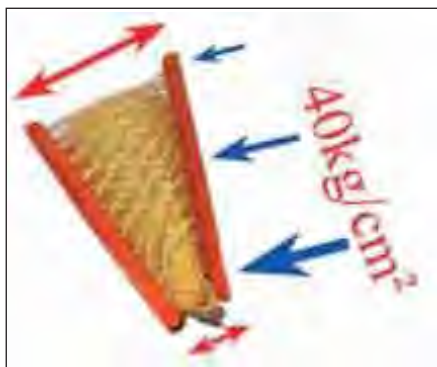


Lezers die meer wensen te vernemen over deze biomechanische elementen, verwijzen wij naar de aanvullende toelichting in de bijlagen.

Vooroverbuigen met ronde rug en beeld van het wervelsegment in die houding



Druk op de hele tussenwervelschijf L5-S1 (laatste lumbale tussenwervelschijf) bij het vooroverbuigen met ronde rug



Druk per cm² op de tussenwervelschijf L5-S1

2. Zich opzijddraaien al vooroverbuigend

De romp wordt naar voren gebracht en de wervelkolom wordt rond, de lendenlordose verdwijnt. Het draaien van de romp zorgt voor een bijkomende belasting van het wervelsegment.

- ☐ De voor-zijkant van de tussenwervelschijf wordt samengedrukt, terwijl de andere zijkant en het achterste deel (het kwetsbaarste gedeelte) sterk worden uitgerekt.
- ☐ De rotatie van de romp bevordert het afschuiven van de vezels van de ring.
- ☐ De druk op de tussenwervelschijven stijgt: hij gaat van 50 kg in rechtopstaande houding naar ongeveer **330 kg** in deze voorovergebogen en zijwaarts gedraaide houding (de rotatiebelasting verhoogt de druk met 10 tot 20% in vergelijking met een zuivere voorwaartse buiging).
- ☐ De druk is verdeeld over een klein deel van de tussenwervelschijf en niet langer over de hele tussenwervelschijf.

De combinatie van de twee bewegingen verhoogt sterk het risico dat de vezels van de vezelring scheuren. Dat soort beweging vormt dus een groot risico voor de rug.



Risicopositie voor de rug: zijwaarts voorovergebogen



Positie van het wervelsegment, van achteren gezien

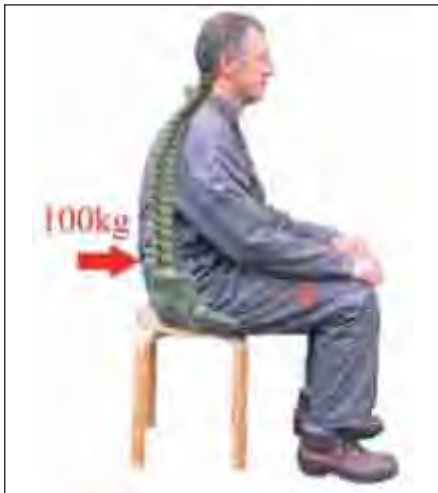


voor-achterkant van de tussenwervelschijf wordt samengeknepen en de vezels van de vezelring schuiven af

3. Langdurig zitten

De zittende houding leidt tot een vermindering of een inversie (omkering) van de lendenkromming. Hol wordt bol. Dit door de buiging van de heupen en het steunen van de zitbeenderen (onderste deel van het bekken) op de stoel. Dat veroorzaakt dezelfde wijzigingen als in voorovergebogen houding:

- ❑ De voorkant van de tussenwervelschijf wordt samengedrukt.
- ❑ De achterkant en de achterste ligamenten worden uitgerekt.
- ❑ De druk op de lumbale tussenwervelschijven neemt toe. Hij kan oplopen tot ongeveer **100 kg**.
- ❑ Langdurige zit bemoeilijkt het voeden van de tussenwervelschijf. De statische zittende houding is immers weinig bevorderlijk voor de drukwisselingen die de voeding van de tussenwervelschijf mogelijk maken.



Zittende houding met ronde rug en beeld van het wervelsegment in die houding



Druk op de volledige tussenwervelschijf L5-S1 (laatste lumbale schijf) in zithouding

4. Langdurig hurken of knielen

De sterke buiging van de knieën en ook van de heupen veroorzaakt spontaan een omkering van de lendenkromming (behalve als de houding wordt gecorrigeerd, zie verder) en dus een dichtknijpen van de voorkant van de tussenwervelschijf. Het buigen van de knieën verhoogt ook de druk op het gewrichtskraakbeen. Die houding wordt weliswaar vaak aanbevolen om de rug te beschermen, maar als ze lang wordt aangehouden met ronde rug, is ze niet echt een goede houding voor rug en knieën.



Zittende houding met ronde rug en beeld van het wervelsegment in die houding



Druk op de volledige tussenwervelschijf L5-S1 (laatste lumbale schijf) in zithouding

5. Enkele voorbeelden van lastige houdingen voor de rug

De volgende foto's laten houdingen zien die een risico voor de rug vormen als ze lang worden aangehouden en/of vaak worden herhaald. Sommige houdingen waarbij we hurken of de knieën buigen, vormen alternatieven voor houdingen met ronde rug en gestrekte benen, maar als we die houdingen aanhouden of herhalen, krijgen we op de duur problemen met de knieën en zelfs met de rug.



Herhaald en/of langdurig vooroverbuigen = risico voor de rug



Herhaald en/of langdurig vooroverbuigen = risico voor de rug



Herhaald en/of langdurig vooroverbuigen al opzijdraaiend = risico voor de rug



Herhaalde en/of langdurige hurkzit = risico voor de rug en de knieën

B. Hanteren van lasten

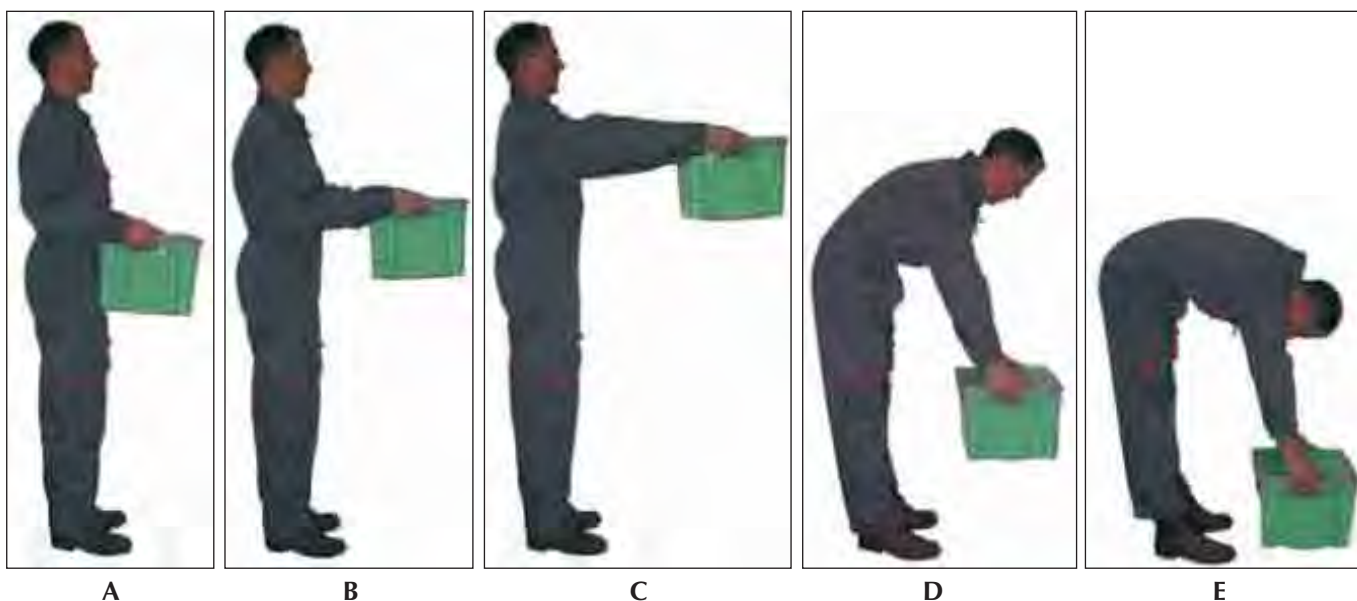
1. De risico's in verband met de grijpafstand en de houding

Het grijpen van een last die zich verder van de romp af bevindt, vermoeit niet alleen de armen en de schouders, maar ook de rug. Hoe verder de vastgegrepen last van het lichaam wordt gehouden, hoe meer die last de druk op de onderkant van de wervelkolom verhoogt. Dat effect is nog groter als de beweging wordt uitgevoerd met voorovergebogen romp. Dat de druk stijgt naarmate de grijpafstand toeneemt of naarmate de romp meer voorover wordt gebogen in plaats van verticaal wordt gehouden, is te verklaren door het principe van de hefboomarm. Hoe verder de vastgegrepen last van het lichaam wordt gehouden en hoe meer de romp naar voren wordt gebogen, hoe langer de hefboomarm en hoe groter de druk. Een gedetailleerde verklaring van het verschijnsel vindt u als bijlage.

Bij analyse van de druk op de lumbale tussenwervelschijven zien we aldus waarden die tot bijna een ton kunnen oplopen! De druk op de tussenwervelschijven zou nooit hoger mogen zijn dan 350 kg.

Sommige houdingen om lasten te hanteren, zijn uitermate schadelijk voor de rug:

Druk (bij benadering) op de onderste lumbale tussenwervelschijf voor iemand van 75 kg		Gewicht van de last (in kg)				
		0	10	15	25	50
Figuur A	Romp verticaal en last tegen romp	50	110	140	200	350
Figuur B	Romp verticaal en last met armen half gestrekt	50	160	215	325	600
Figuur C	Romp verticaal en last met armen gestrekt	50	210	290	375	850
Figuur D	45° voorovergebogen romp (ronde rug)	250	335	375	460	675
Figuur E	90° voorovergebogen romp (ronde rug)	300	435	502,5	635	975



a) Zich vooroverbuigen met ronde rug

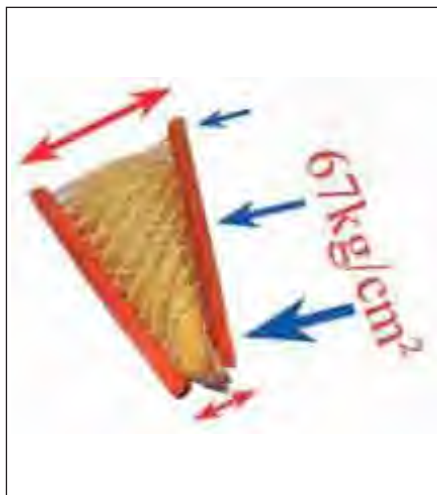
De belasting is hier groter dan in voorovergebogen houding zonder last, doordat het gewicht van de last die al bukkend wordt vastgegrepen, de druk op de lumbale tussenwervelschijven nog verhoogt.

De romp wordt naar voren gebracht en de wervelkolom wordt rond, de lendenlordose verdwijnt. Die omkering van de lendenkromming gaat gepaard met wijzigingen in de druk- en spanningsverdeling van de verschillende componenten (zie hoger):

- ❑ Het voorste deel van de tussenwervelschijf wordt samengedrukt en het achterste deel van de tussenwervelschijf alsook de achterste ligamenten worden uitgerekt.
- ❑ De druk op de tussenwervelschijven stijgt: bij het hanteren van een last van 15 kg in voorovergebogen houding stijgt de druk naar ongeveer 500 kg, terwijl hij in rechtopstaande houding met de last dicht tegen de romp 140 kg bedraagt.
- ❑ De druk wordt verdeeld over een klein deel van de tussenwervelschijf en niet langer over de hele tussenwervelschijf. Bij berekening van de druk per oppervlakte-eenheid (cm^2) blijkt dat de druk op de voorkant van de tussenwervelschijf stijgt van $9,3 \text{ kg/cm}^2$ in rechtopstaande houding naar $66,6 \text{ kg/cm}^2$ (500 kg op een oppervlakte van ongeveer $7,5 \text{ cm}^2$ - een halvering van de oppervlakte dus, doordat de voorkant van de tussenwervelschijf wordt dichtgeknepen).



Voorovergebogen houding met ronde rug en met een last in de handen, en beeld van het wervelsegment in die houding



Druk op de volledige tussenwervelschijf L5-S1 (laatste lumbale tussenwervelschijf) in voorovergebogen positie met ronde rug

Druk per cm^2 op de tussenwervelschijf L5-S1

b) Zich opzij draaien met een last in de handen

Bij het vastgrijpen van een last die zich opzij bevindt, moet de romp worden gedraaid, met de volgende consequenties:

- ☐ De schuinliggende kruiselingse vezels van de vezelring van de tussenwervelschijf worden aangespannen en zijn geneigd af te schuiven.
- ☐ De achterste gewrichten verhinderen een te sterke rotatie van de wervellichamen, maar het gewricht aan de tegenoverliggende zijde van de draairichting wordt samengedrukt.
- ☐ De druk in de tussenwervelschijf neemt toe als gevolg van deze spanning van de vezels. Die druktoename kan 10 tot zelfs 20% bedragen van de druk zonder rompdraaiing.
- ☐ De afstand vanwaar de last wordt vastgegrepen, beïnvloed eveneens de mate van de schijfsamendrukking. Voor een last van 15 kg die 50 cm zijwaarts van de romp wordt vastgegrepen, kan de druk op de lumbale tussenwervelschijven oplopen tot 250 kg.



Houding met rotatie van de rug en een last in de handen, en beeld van het wervelsegment in die houding, van achteren gezien



Druk op de volledige tussenwervelschijf L5-S1 (laatste lumbale tussenwervelschijf) in de houding met rompdraaiing en een last in de handen

c) Zich al vooroverbuigend opzij draaien

De druk is hoog, de combinatie van beide houdingen verhoogt de druk en de spanning op de lumbale tussenwervelschijven (zie hoger – lastige houdingen). De grijpafstand en -hoogte beïnvloeden de schijfsamendrukking. Voor een last van 15 kg die 50 cm zijwaarts van de romp wordt opgetild van de grond, kan de druk op de lumbale tussenwervelschijven meer dan 550 kg bedragen.



Zeer risicovolle houding voor de rug: voorovergebogen en zijwaarts gedraaid met een last in de handen



Positie van het wervelsegment, van achteren gezien



In de houding waarbij de romp draait én vooroverbuigt met een last in de handen, worden voor- en achterkant van de schijf dichtgeknepen, de vezels van de vezelring schuiven af en er is druk op de volledige tussenwervelschijf L5-S1 (laatste lumbale tussenwervelschijf)

d) Zich achterwaarts uitstrekken

Het opheffen van de armen en het achterwaarts strekken van de rug brengt de volgende verschijnselen met zich mee:

- ☐ De lendenwervelkolom heeft de neiging nog holler te worden
- ☐ Het achterste deel van de tussenwervelschijf wordt samengedrukt
- ☐ Het voorste deel van de tussenwervelschijf en het voorste ligament worden uitgerekt
- ☐ De achterste gewrichten komen dicht bij elkaar en de druk op hun kraakbeen neemt toe.



Houding met achterwaarts gestrekte rug met een last in de handen, en beeld van het wervelsegment in die houding



Druk op de hele tussenwervelschijf L5-S1 (laatste lumbale schijf) in een naar achteren gestrekte houding

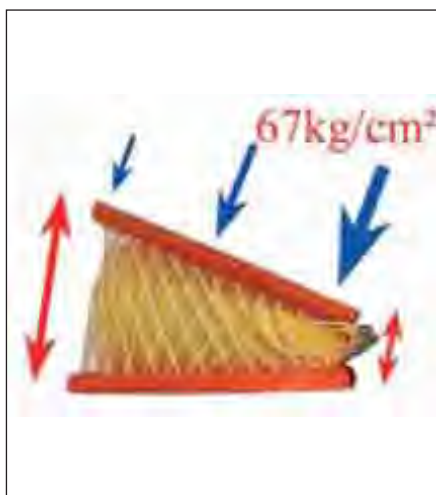
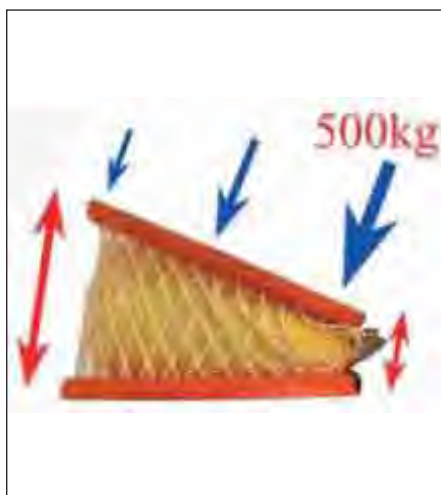
e) Een last van de grond nemen met sterk gebogen knieën

Verbazend genoeg is **volledig** door de knieën buigen met naast elkaar geplaatste voeten uit den boze, terwijl dat juist in de lijn lijkt te liggen van de klassieke rugsparende adviezen ("knieën buigen!"). Die houding met volledige buiging van de benen zorgt enerzijds voor grote druk op het kraakbeen van de knieën, en maakt het anderzijds noodzakelijk de last ver van de romp vast te grijpen, wat de hefboomarm verlengt en de druk op de tussenwervelschijven verhoogt.

Bovendien kromt de wervelkolom zich dan sterk, waardoor de voorkant van de tussenwervelschijven wordt dichtgeknepen en de achterkant van de tussenwervelschijven onder spanning komt te staan. Die houding is niet alleen gevaarlijk voor de gewrichten, maar ook vermoeiend voor de spieren en het hart. De aanbeveling om volledig door de knieën te buigen ter bescherming van de rug verdient dan ook de nodige reserves. Verderop zullen we zien dat de knieën nooit in een hoek van meer dan 90° mogen worden gebogen.



Positie met sterk gebogen knieën en ronde rug, en beeld van het wervelsegment in die houding



In de houding met diep gebogen knieën wordt druk uitgeoefend op de hele tussenwervelschijf L5-S1 (laatste lumbale tussenwervelschijf)

Druk per cm² op de tussenwervelschijf L5-S1

2. Houdingen die de rug vermoeien bij het hanteren van een last

Op de volgende foto's worden risicovolle houdingen aangenomen om lasten te hanteren. De houdingen waarin diep door de knieën wordt gebogen, zijn nadelig voor zowel rug als knieën.



Lastenhantering of inspanningen die een risico vormen voor de rug

3. Risico's in verband met de kenmerken van de opgetilde last

Het gewicht van de last wordt vaak als een belangrijke belasting ervaren ("Dat weegt nogal!"). In de bouwsector moeten vaak zware lasten worden getild, en wel herhaaldelijk. Het is logisch dat de samendrukking tussen de tussenwervelschijven stijgt naarmate het gewicht van de last toeneemt. Bovendien moet dan meer inspanning worden geleverd, wat een extra belasting vormt voor het hart en de spieren. Een gewicht van 25 kg voor een man en 15 kg voor een vrouw, wordt als het maximum beschouwd om risico's te voorkomen, mits de last in een goede houding wordt opgetild (zie verder) en de vloer geen problemen stelt.



Risico voor de rug als gevolg van een te hoog gewicht

Naast het gewicht van de last en de afstand waarop de last zich bevindt, zijn er nog andere factoren die het hanteren van lasten bemoeilijken:

- ☐ Het volume van de last: naarmate de last groter is, is hij moeilijker vast te nemen en moet hij verder van de romp worden gehouden
- ☐ Een gewicht dat niet in verhouding staat tot het volume en bijgevolg verrast
- ☐ Een ongelijke verdeling van het gewicht
- ☐ Moeilijke gripbaarheid (wegens ontbreken van handgrepen)
- ☐ Instabiliteit van de last
- ☐ Het feit dat de last scherp, glad of vuil is, waardoor hij moeilijk dicht bij het lichaam kan worden gebracht.

Het manueel transporteren van een last over een grote afstand, verhoogt het risico van rugletsels en zorgt voor overbelasting van het hart.

Naast het risico van rugbeschadiging bestaat bovendien het risico dat men zich verwondt doordat de last uit de handen glipt.

4. Risico's in verband met het verplaatsen van lasten

a) Hindernissen en oneffenheden

Kleine, nauwelijks zichtbare oneffenheden, rondslingerende voorwerpen of een gladde ondergrond verhogen het risico van vallen en uitglijden. Een slecht ontworpen, te zwakke of ontbrekende verlichting vergroot dat risico nog.



Wanorde of obstakels: "valstrikken" voor de rug

b) Verplaatsingsafstand

Voor wie geregeld lasten moet verplaatsen (bijvoorbeeld om vrachtwagens te lossen en de goederen over te brengen naar de opslagzone), is een verplaatsingsafstand van 2 meter toelaatbaar op voorwaarde dat hij dagelijks niet meer dan 10 ton moet verplaatsen. Boven die grens stijgt de belasting en gelden de volgende waarden als maximumgrens:

Dagelijks toelaatbare tonnenlast (in ton per dag)								
Verplaatsing over								
		3 m	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m
Gewicht per stuk	3 kg	10	10	10	10	10	10	8,9
	5 kg	10	10	10	10	8	6,4	5,3
	10 kg	10	10	8	5,3	4	3,2	2,7
	15 kg	10	10	5,3	3,6	2,7	2,1	1,8
	20 kg	10	8	4	2,7	2	1,6	1,3
	25 kg	10	6,4	3,2	2,1	1,6	1,3	1,1

Bron: C.T.N. transport et manutention, 1990

Oneffenheden zoals trappen of een hellend vlak zorgen voor een grote extra belasting, met name voor het hart. Trappen opgaan kost driemaal meer energie dan op een vlakke ondergrond wandelen. Een last van 50 kg de trap op dragen is tweemaal lastiger voor het cardiovasculair systeem dan de trap opgaan zonder last. Dat hogere energieverbruik vermoeit de werknemer, wat dan weer een groter ongevalrisico met zich meebrengt.

Verplaatsingen met een transportwagentje of een kruiwagen kunnen eveneens lastig zijn. Het gewicht van last plus wagentje mag niet meer bedragen dan 600 kg, en het gewicht van de volle kruiwagen niet meer dan 80 kg. Veel kleine trajecten zijn soms lastiger dan één lang traject, want om te starten moet je telkens de inertie van de stilstaande vracht overwinnen.

c) Frequentie van het hanteren van lasten

De frequentie waarmee lasten worden gehanteerd mogen bepaalde waarden niet overstijgen. Die waarden houden enerzijds verband met de massa per opgetild stuk en anderzijds met de hanteerde tonnenlast per uur:

Massa per stuk (in kg)	Maximumfrequentie (aantal keer per uur)
25	12
20	60
15	120
10	240
3	240

Bron: pr. EN 1005-2, 1993

C. Trillingen bij het besturen van rijdend materieel

De bestuurder van rijdend materieel (heftruck, vrachtwagen, bulldozer...) wordt bij het rijden aan trillingen onderworpen. Die trillingen worden vooral veroorzaakt door de reactie van de banden op de grond. De onregelmatigheid van de grond is een belangrijke factor. Hoe groter de oneffenheden van de grond, hoe sterker de trillingsamplitude.

Elke schok onderwerpt de wervelkolom en de tussenwervelschijven aan een opeenvolging van samendrukkingen en uitrekkingen. Dat zorgt uiteraard voor ongemak, maar met de jaren kan de herhaling van dat mechanisme bovendien de slijtage van de wervelstructuren versnellen. Bij bestuurders van rijdend materieel worden fracturen van het wervelplateau, barsten van de tussenwervelschijf en discusherniae vastgesteld. Het feit dat de trillingen de voeding van de tussenwervelschijf belemmeren, lijkt eveneens een mogelijke oorzaak van rugpijn.



Trillingen op rijdend materieel

Een andere factor die moet worden bestudeerd, is de frequentie waarmee de trillingen zich voordoen. Lage frequenties (4 tot 6 Hz) zijn potentieel gevaarlijker dan hoge frequenties.

Normaal gezien werkt de stoel als schokdemper. Maar als de stoel niet aangepast is aan de machine of slecht is afgesteld, heeft hij geen enkel effect of versterkt hij zelfs de trillingen.

De negatieve impact van de trillingen stijgt nog door intensief gebruik van de voertuigen. Het effect op de wervelkolom bij occasioneel gebruik gedurende 30 minuutjes per dag is niet hetzelfde als bij regelmatig gebruik gedurende verschillende uren per dag.

Een hoge verplaatsingssnelheid van het voertuig verergert de belasting. Als de bestuurder bovendien een voorovergebogen of gedraaide houding aanneemt om beter te kunnen zien, zijn evenwicht te herstellen, te controleren of het voorgesleepte werktuig goed functioneert of te reageren op hellingen, neemt het effect van de trillingen nog toe.



Slechte houdingen verergeren de slechte effecten van trillingen

Uit het voertuig springen in plaats van trede voor trede uit te stappen, verergert nog de gevolgen van de trillingen voor de rug en stelt de knie- en enkelgewrichten erg op de proef.



Uit de wagen springen: niet doen

D. Persoonlijke risicofactoren

1. Zittend leven en spierstijfheid

Een zittend leven komt in de bouw wellicht niet veel voor. De bouwvakker heeft door zijn vele taken en activiteiten (ettelijke keren over en weer stappen, lasten hanteren, steeds weer herhaalde bewegingen) nauwelijks de tijd om even uit te blazen en zijn rug wat rust te gunnen.

Zijn spierstelsel en gewrichten zijn voortdurend in beweging. Maar in sommige bouwberoepen (metser, betonijzer-vlechter...) wordt telkens weer een zelfde gebaar in dezelfde houding (bijvoorbeeld altijd met dezelfde arm) uitgevoerd, waardoor bepaalde spieren sterker en op de duur ook stijf worden. Dat gebrek aan spiersoepelheid, dat vaak erg opvalt ter hoogte van de achterdijen, leidt tot een gebrekkige beweeglijkheid van het bekken, en bijgevolg tot een hogere belasting van de wervelkolom. Door die stijfheid, die eigenlijk lijkt op de stijfheid van iemand die geen lichaamsbeweging heeft, is de kans groter dat de gewrichtsstructuren van de rug worden beschadigd. Het gebrek aan soepelheid hindert ook activiteiten die lastige houdingen noodzaken, en brengt de goede houding van de rug in gevaar.

Bij andere activiteiten (het besturen van bouwplaatsmachines) moet de werknemer dan weer urenlang stilzitten, en dat gebrek aan beweging is schadelijk voor de goede voeding van de rug. De tussenwervelschijven hebben behoefte aan drukveranderingen om de vochttoevoer en -afvoer en de uitwisseling van voedingsstoffen mogelijk te maken.

2. Roken

De nicotine die rokers inhaleren, is een stof met vaatvernauwende effecten. Zij verkleint de diameter van de bloedvaten. Die beperking van de bloedsomloop heeft een daling van de toevoer van voedingsstoffen naar de omgeving van de tussenwervelschijven tot gevolg, en die voedingsmogelijkheid is al beperkt doordat ze volledig afhangt van de drukwijzigingen als gevolg van beweging en houdingsveranderingen (sponseffect).

Er wordt een significant verband vastgesteld tussen regelmatig roken en rugklachten.

3. Andere persoonlijke risicofactoren

Ook de leeftijd, de medische voorgeschiedenis en overtollig gewicht kunnen het risico van rugpijn verhogen. Toch is het erg moeilijk voor een bepaald individu met zekerheid de oorsprong van rugpijn vast te stellen.

E. Stress

Bij onze prehistorische voorouders was stress een verdedigingsmechanisme om het hoofd te bieden aan het moeilijke leven van toen. Tegenwoordig heeft stress die overlevingsfunctie verloren. Nu wordt stress steeds meer beschouwd als “het antwoord van de werknemer op de eisen van een situatie waarvan hij zich afvraagt of hij er wel tegen opgewassen is en waaraan hij meent het hoofd te moeten bieden” (De Keyser en Hansez, ULg).

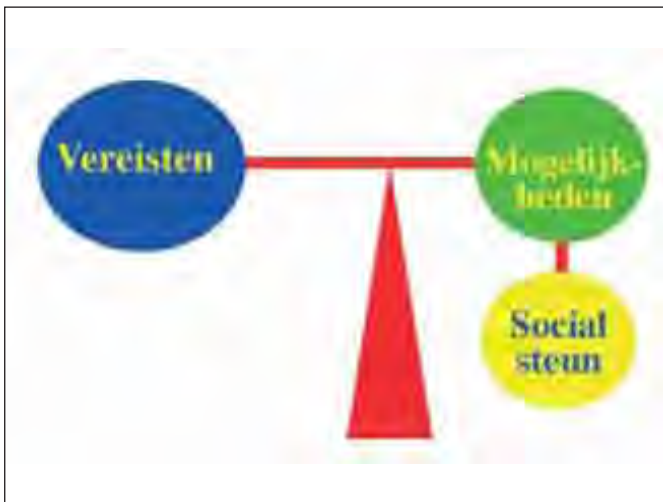
In de bouw zijn er talloze situaties die potentiële stressbronnen zijn en aan die definitie beantwoorden. Zij kunnen in drie categorieën worden opgesplitst:

- ☐ de eisen van de buitenwereld of van een individu
 - ☐ hoge werklast, te krappe deadline
 - ☐ slechte weersomstandigheden
 - ☐ aankoop van materiaal waarvoor een lening moet worden afbetaald
 - ☐ gezondheids- en veiligheidsrisico's
 - ☐ administratieve verplichtingen
 - ☐ diversificatie en beheersing van nieuwe technieken en materialen
- ☐ onvoldoende opgewassenheid tegen de vereisten
 - ☐ gebrek aan opleiding, gebrek aan ervaring bij het gebruik van nieuwe materialen of technologieën
 - ☐ onaangepast, beschadigd materiaal
 - ☐ onmogelijkheid om zelf het werk te organiseren, wegens afhankelijkheid van andere bouwvakambachten
 - ☐ onmogelijkheid om de arbeidsplek in te richten, bij gebrek aan plaats, tijd of geld

☐ gebrek aan sociale steun

- ☐ oversten geven slechte informatie over het verloop van de werken
- ☐ gebrek aan erkenning door de oversten of ondergeschikten
- ☐ onvoldoende steun van collega's
- ☐ concurrentie tussen de teams of de verschillende bouwvakambachten
- ☐ gebrek aan familiale steun.

Om het stressfenomeen en de uitlokkende factoren van stress bij een individu beter te begrijpen, kunnen we die categorieën aan weerskanten van een as verdelen (als bij een weegschaal). We plaatsen de vereisten aan de ene kant, en aan de andere kant de capaciteit om er het hoofd aan te bieden en de sociale steun. De stress is gering of onbestaande indien er een gevoel van evenwicht is. Als de betrokkene echter een gebrek aan evenwicht voelt (te hoge werklast die niet wordt gecompenseerd door een betere organisatie en een sterke sociale steun), dan zal stress de kop opsteken.



De drie stresscomponenten

De impact van stress op het lichaam en de geest is veelvuldig. Een van die gevolgen zijn spierspanningen. Die kunnen zich voordoen in de rugspieren en zo de druk op de tussenwervelschijven verhogen, waardoor op de duur de voeding van die tussenwervelschijven in het gedrang komt.

Stress kan er ook toe leiden dat de betrokkene zich gaat focussen op de pijn, met als gevolg een heel aantal reacties die eveneens zeer schadelijk zijn voor de wervelkolom: slapeloosheid, depressie, zich minder verplaatsen, in zichzelf gekeerd zijn...

F. Te onthouden

De risicofactoren voor de rug zijn velerlei. Blijkens onderzoek zijn de belangrijkste:

☐ herhaalde en langdurige bewegingen en houdingen

- ☐ zich met ronde rug vooroverbuigen
- ☐ zich al vooroverbuigend zijwaarts draaien
- ☐ langdurig zitten
- ☐ langdurig knielen of hurken

☐ hanteren van lasten

- ☐ herhaalde of langdurige houdingen om een last te grijpen
 - ☐ zich met ronde rug vooroverbuigen
 - ☐ zich met ronde rug vooroverbuigend opzij draaien
 - ☐ zich opzij draaien
 - ☐ zich achterwaarts uitstrekken
 - ☐ diep door de knieën buigen
- ☐ last op te grote grijpafstand of te lage grijphoogte
- ☐ de kenmerken van de last
 - ☐ te zwaar gewicht
 - ☐ te groot volume
 - ☐ ontbreken van handvatten
 - ☐ moeilijk in te schatten gewicht
- ☐ herhaalde verplaatsingen met de last

☐ trillingen op rijdend materieel

- ☐ te sterke amplitude (schudden en schokken)
- ☐ lage frequentie (dicht bij de resonantiefrequentie: 4 Hz)
- ☐ te lange duur
- ☐ nadelige houding

☐ vallen en uitglijden

☐ zittend leven

- ☐ spierstijfheid
- ☐ gebrek aan beweging

☐ persoonlijke factoren

- ☐ leeftijd
- ☐ medische geschiedenis
- ☐ roken

☐ stress

- ☐ hoge vereisten
 - ☐ hoge werklast
 - ☐ slechte weersomstandigheden
 - ☐ gezondheidsrisico's
- ☐ onvoldoende opgewassenheid tegen de vereisten
 - ☐ weinig beslissingsautonomie
 - ☐ gebrekkige opleiding of gebrek aan ervaring
- ☐ slechte sociale steun
 - ☐ gebrek aan steun van collega's, oversten of ondergeschikten
 - ☐ hoge concurrentie binnen het team of met de andere teams en bouwvakkers

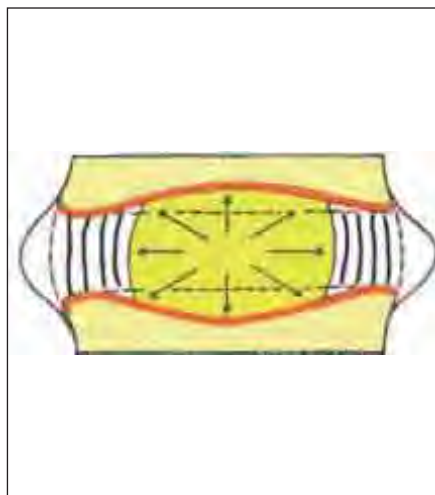
6. Rugpijn: van natuurlijke veroudering van de wervelkolom tot pathologie

A. Natuurlijke veroudering en artrose

We hebben nu gezien hoe de verschillende onderdelen van de wervelkolom kunnen blootstaan aan spanningen. Gelukkig zijn die structuren vrij stevig en worden ze niet van bij de eerste belasting beschadigd. Toch is de wervelkolom onderhevig aan een natuurlijke veroudering. Dat geldt trouwens voor alle structuren van het menselijk lichaam. Er ontstaan bijvoorbeeld rimpels in het gelaat en op de handen doordat de huid soepelheid verliest en er niet meer zoveel water aanwezig is in de weefsels.

Ook de gewrichten ontsnappen niet aan die veroudering. De kraakbeendikte kan geleidelijk afnemen en het kraakbeen kan zelfs verdwijnen. Het onderliggende bot wordt dan niet meer beschermd. De samendrukkingen die het gevolg zijn van bepaalde houdingen en bewegingen, worden niet langer door het kraakbeen gedempt. Op de duur verschijnen er kleine benige uitsteeksels rondom het gewricht, die doorgaans **“papegaaienbekken”** worden genoemd (**spondylotische haken of osteofyten**). Die kraakbeenslijtage is **artrose**. Bij röntgenonderzoek zijn de botvervormingen te zien. Het begin van de kraakbeenaantasting is op de foto's nauwelijks zichtbaar.

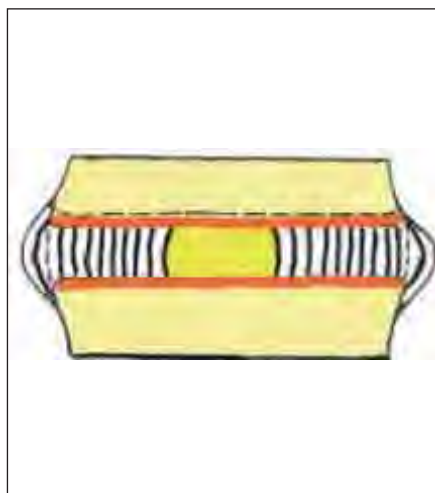
Ook de onderdelen van de wervelkolom ondergaan diezelfde langzame evolutie. De tussenwervelschijf en de gewrichtsvlakken van de achterste gewrichten verouderen eveneens. De grote moleculen (proteoglycanen) van de tussenwervelschijf, die in jonge toestand water aantrekken en de tussenwervelschijf onder voorspanning brengen (en zodoende een schokdempende rol laten spelen), verliezen hun wateraantrekend vermogen.



Wervelsegment en gezonde tussenwervelschijf van een jong iemand

Geleidelijk treden verouderingsverschijnselen op:

- ☐ Afname van de schijfhoogte (inzakking van de tussenwervelschijf)
- ☐ Verschijnen van papegaaienbekken op de wervelplateaus



Wervelsegment en ingezakte tussenwervelschijf



Artrose van de tussenwervelschijf: de blauwe pijlen wijzen de papegaaienbekken (osteofyten) aan en de groene pijlen wijzen de artrose van de achterste facetgewrichten aan.

De combinatie van die twee tekenen wordt **discartrose** genoemd. De schokdemping is minder goed, de wervelkolom heeft vaak aan soepelheid ingeboet, maar dat is vaak niet pijnlijk. Veel mensen hebben ingezakte tussenwervelschijven met papegaaienbekken zonder daar enige last van te hebben. Ondanks hun voorkomen verwonden die papegaaienbekken de weefsels niet, in tegenstelling tot de gangbare opvatting.

B. Beschadiging van de ligamenten en van de achterste gewrichten

Frequente belastende houdingen, dikwijls lasten hanteren, herhaalde trillingen en een continue gebrek aan lichaamsbeweging, met als eventuele verergerende factor spanningen van veeleer psychische aard (stress), versnellen de veroudering van de wervelbestanddelen of veroorzaken letsels.

De **ligamenten** zijn niet eeuwig bestand tegen de spanningen die worden veroorzaakt door bepaalde houdingen (vooroverbuigen met ronde rug bijvoorbeeld). Die herhaalde brede bewegingen kunnen op de duur zeer kleine scheurtjes in de vezels veroorzaken.

De beschadiging van de ligamenten is niet zichtbaar op een standaardröntgenfoto, maar in 40% van de autopsiegevallen zijn scheuren in sommige wervelligamenten vastgesteld. Aangezien ligamenten heel goed bezenuwd zijn (veel kleine gevoelszenuwen), doet beschadiging ervan pijn ter hoogte van het letsel.

Ook de **achterste gewrichten** kunnen een bron van pijn zijn: zich bruusk opzijdraaien of zich ver naar achteren uitstrekken kan het kraakbeen te veel onder druk zetten en pijn veroorzaken.

C. Spiermoeheid

Wie heeft nog nooit stramme dijen gehad de dag na een fietstocht of wandeling die wat langer of steviger uitviel dan gewoonlijk? Die pijn komt door de aanwezigheid van toxines die worden gevormd als gevolg van de samentrekking van de dijspiers.

Sommige aanhoudende activiteiten, bijvoorbeeld manueel graafwerk of herhaaldelijk verplaatsen van zakken cement of van blokken, vergen een voortdurende contractie van de rugspieren (de paravertebrale spieren). Die spieren zijn dan te zwaar belast en kunnen de toxines niet snel genoeg afvoeren, met als gevolg rugpijn.

D. Spiercontractuur

Het wervelgewricht heeft een verweermiddel in geval van letsel van een ligament of van een achterste gewricht: de spieren trekken reflexmatig samen om een verergering van het letsel te vermijden. Die reflexsamentrekking is in het begin goed voor het wervelgewricht. Maar vaak leidt die aanhoudende spierarbeid tot de vorming van toxines. Die heilzame contractie wordt dan een pijnlijke kramp die soms moeilijk te kalmeren is.

E. Beschadiging van de tussenwervelschijf

Er zijn verschillende stadia te onderscheiden in de beschadiging van de schijf. Die stadia zijn gespreid over een groot aantal jaren:



a) Stadium 1:

Intacte staat van de schijf van een persoon jonger dan 15 jaar.



b) Stadium 2:

Er verschijnen kleine scheurtjes, vooral in de achterste-zijdelingse delen van de vezelring. Die beschadiging is wellicht te wijten aan herhaalde of te brede bewegingen waarbij met ronde rug voorover wordt gebogen of waarbij tegelijk voorover wordt gebogen en gedraaid. **Door de afwezigheid van zenuwreceptoren zijn die scheuren niet pijnlijk.** Wel verzwakken ze de vezelring.



c) Stadium 3:

Als de ongunstige mechanische omstandigheden (inspanningen of bewegingen) aanhouden, verschijnen er grotere scheuren en zelfs barsten die gaan van de kern naar de buitenste lagen van de vezelring, maar nog altijd **zonder pijn**.



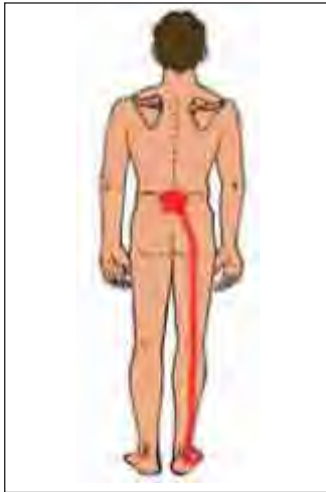
d) Stadium 4

De aanwezigheid van barsten verzwakt de tussenwervelschijf. De kern kan uitstulpen in de rand van de vezelring, zodat die een opzwelling vertoont. We spreken dan van discusprotusie. De zenuwuiteinden kunnen door die opzwelling geïrriteerd raken, waardoor er pijn wordt gevoeld in de lage rug.



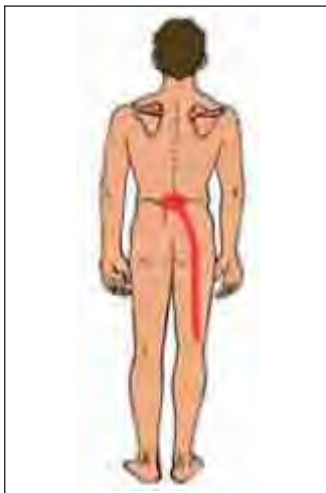
e) Stadium 5:

De ring is kwetsbaar geworden en op een bepaald moment kan één inspanning de laatste ringlagen doen scheuren. De kern dringt dan buiten de ring: dat is **discushernia**.

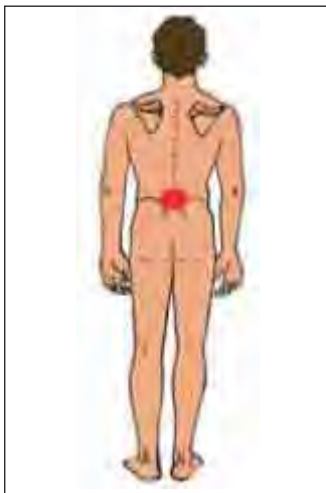


Verschillende scenario's zijn dan mogelijk:

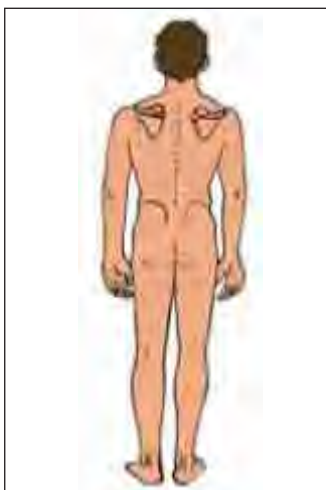
Irritatie van mechanische oorsprong (door rechtstreeks contact): de hernia oefent rechtstreeks compressie uit op de zenuwwortel en het ruggenmerg. Er treedt rugpijn op, die langs het hele been uitstraalt. Het volgende schema toont de omvang van de pijn die het gevolg is van de compressie van de zenuwwortel L5 rechts. Die pijn kan nog gepaard gaan met scherpe tintelingen of het gevoel dat er mieren lopen in die streek, of met spierzwakte (moeilijkheden om de voet op te heffen).



Irritatie van inflammatoire oorsprong: het scheuren van de ringvezels veroorzaakt een biochemische aanpassingsreactie, inflammatie of ontsteking genoemd. Dat mechanisme veroorzaakt symptomen die soms identiek zijn met die van een compressie van mechanische oorsprong. Zij verdwijnen doorgaans als de ontsteking weg is.



Afwezigheid van irritatie: de hernia is te beperkt in omvang om in contact te komen met de zenuwwortel en de inscheuring van de ring leidt tot pijn die beperkt blijft tot de onderrug.



Mogelijke afwezigheid van pijn: een discusprotrusie en zelfs een discushernia zijn niet noodzakelijk pijnlijk: bijna 35% van de gezonde volwassen bevolking tussen 40 en 49 jaar heeft een pijnloze discusprotusie, die alleen aan het licht komt op MRI-beelden (beelden gemaakt met een magnetische-resonantie-scanner).

Tussen 30 en 45 jaar is het risico het grootst. Na 45 jaar bevatten de discus en zijn kern immers niet meer zoveel water en is er dus minder materiaal aanwezig dat een hernia kan veroorzaken.

F. Lumbago

Al die beschadigingen kunnen acuut tot uiting komen, en dat kan evengoed gebeuren na een hevige inspanning als na een banale beweging. Als die beschadigingen plotse en erge pijn veroorzaken, spreken we van **lumbago** (spit). De persoon neemt automatisch een zeer herkenbare houding aan (als het ware verwrongen van pijn), als gevolg van een zeer hevige spiercontractuur en het zoeken naar de minst pijnlijke houding.

Het gebeurt zelden dat lumbago zich voordoet bij iemand die intacte wervelgewrichten heeft. "Spit" is vaak het gevolg van jarenlang opgestapelde belastingen door talloze verkeerde bewegingen en houdingen. De uitdrukking "de druppel die de emmer doet overlopen" is hier goed op haar plaats.

G. Extra tips

1. Bedrust: maximaal twee dagen

Langdurige inactiviteit vertraagt de heling van de tussenwervelschijf, aangezien de voeding van de tussenwervelschijf afhankelijk is van drukschommelingen en dus van beweging. De heling verloopt sneller als er een zekere lichaamsbeweging wordt aangehouden. Die moet natuurlijk wel aangepast zijn aan de functionele capaciteiten die de pijn toelaat. Te veel activiteit in pijnlijke periodes is te vermijden.

Langdurige bedrust verzwakt ook de spieren en vermindert de lichamelijke conditie. Het is dan des te moeilijker om weer tot het aanvankelijke niveau te komen. Twee dagen volledige bedrust wordt als het absolute maximum beschouwd.

Als de pijn erg hevig is, wordt rugligging met gebogen benen aanbevolen. In die houding ondergaat de wervelkolom nog slechts 25% van de druk die ze ondergaat in rechtopstaande houding.

Recente studies tonen aan dat mensen die een zekere lichaamsbeweging handhaven (onder meer door vroeg het werk te hervatten) in de volgende maanden minder recidiveren, in tegenstelling tot mensen die een langdurige bedrust hebben gevolgd.

2. Houd rekening met ernstige signalen

Let echter goed op de kenmerken van de pijn.

- Als de pijn heviger wordt in plaats van stabiel te blijven of te verminderen,
- als de pijn 's nachts erger lijkt,
- als de pijn, die aanvankelijk beperkt was tot de onderrug, uitstraalt naar een van beide benen,

raadpleeg dan onverwijld uw arts. Hij zal beslissen of de situatie bijkomend onderzoek vereist (bloedafname, radiografie, scanner...).

3. Chirurgische ingreep in geval van discushernia?

De chirurgen menen dat pijn, hoe erg die ook is, geen voldoende reden is om een operatie te overwegen. Een operatie is alleen noodzakelijk als er belangrijke symptomen zijn van aantasting van de zenuwwortel: paresthesie (gevoel dat er mieren lopen, felle tintelingen), verlies van de gevoelsgevoelsgewaarwording in bepaalde zones van het been en vooral verlies van de spierkracht.

Behalve hernia met sterke compressie van de zenuwwortel, waarvoor operatie de enige oplossing is, tonen recente wetenschappelijke studies aan dat een **hernia in 75% van de gevallen gedeeltelijk kan worden geresorbeerd en zelfs volledig kan verdwijnen**. Dat verschijnsel is mogelijk te verklaren door enzymen die worden aangebracht door de witte bloedcellen en die de hernia – een soort vreemd lichaam in het ruggenmergskanaal – aanvallen.

H. Te onthouden

Net als rimpels een normaal gevolg van de leeftijd zijn, zijn inzakking van de tussenwervelschijven en papegaaienbekken, die aantoonbaar zijn met röntgenfoto's, doorgaans onschuldig en niet noodzakelijk pijnlijk.

Sommige discusletsels worden geobjectiveerd met radiografie, maar blijven volledig pijnloos. Dat geldt voor bepaalde discusherniae. Sommige letsels daarentegen die niet zichtbaar zijn bij radiologisch onderzoek, kunnen erge, invaliderende pijn veroorzaken.

Bij rugpijn is het altijd verstandig en voorzichtig een beroep te doen op de behandelende arts. Hij zal zeggen wat de patiënt moet doen en zal hem eventueel doorverwijzen voor aanvullende onderzoeken als dat nodig blijkt.

7. Preventie van rugpijn

Wij hebben nu de verschillende risicofactoren voor rugpijn onder de loep genomen. Ook de preventietips hebben betrekking op verschillende parameters. Het advies "Buig de knieën en u krijgt geen rugpijn" is weliswaar gegrond (zie verder), maar op zich niet toereikend om alle situaties die een gevaar inhouden voor de rug, op te lossen.

Er zijn twee krachtlijnen voor een preventieve aanpak:

1. aanpassen van de werkplek, de voorwerpen en de werkorganisatie: dat is het ergonomische aspect;
2. rugsparende houdingen aannemen: dat is het bewegingsgerelateerde aspect.

Die twee benaderingen vullen elkaar aan en komen aan bod in het hoofdstuk "Preventie op de arbeidsplek".

Preventie van rugpijn stopt niet als de werkdag erop zit. Onze wervelkolom lijdt ook onder activiteiten van het dagelijkse leven (sport, vrije tijd, doe-het-zelven, huishoudelijke taken). Vandaar dat we een hoofdstuk wijden aan "Preventie thuis en in de vrije tijd".

3. aanpassen van de omgeving en de bewegingen in de vrije tijd;
4. fysieke conditie op peil houden en verbeteren.

A. Preventie op de arbeidsplek

Het Koninklijk Besluit van 12 augustus 1993 betreffende het manueel hanteren van lasten bepaalt dat de werkgever moet voorkomen dat de werknemers manueel lasten moeten hanteren (art.4). Als dat niet mogelijk is, moet hij het werk beoordelen (art.5), en het gevaar verminderen, met name door de werkpost in te richten (art.6).

De aanpassing van de werkpost zou de volgende tweeledige logica moeten volgen:

☐ Vraag 1: kunnen we het risico uitschakelen?

Als het onmogelijk (of te duur) is het risico weg te nemen, kiezen we voor een ingreep op het tweede niveau:

☐ Niveau 2: kunnen we het risico beperken?

Risicovermijding is doeltreffender met het oog op ongevallenpreventie en welzijn op het werk. Helaas is dat eerste type oplossing in sommige situaties niet mogelijk en moeten we ons beperken tot het verminderen van het risico.

Bij het zoeken naar een oplossing moeten we tegelijk oog hebben voor het behoud van de gezondheid en het welzijn zonder daarom de kwaliteit en doeltreffendheid van het werk uit het oog te verliezen. De kosten van installaties en aanpassingen zullen ruimschoots worden gecompenseerd door de besparingen op het vlak van gezondheidszorg en absentiedagen en door de verbetering van de levenskwaliteit en de productiviteit.

1. Goede werkhoogte

Een van de belangrijkste doelstellingen bij het ontwerpen of aanpassen van de werkpost is vermijding of beperking van het aantal risicohoudingen en van de breedte van de beweging. Het gaat om de houdingen met voorovergebogen en/of gedraaide rug. We moeten dus aandacht hebben voor de volgende parameters:

a) Het werkvlak

De hoogte van het werkvlak (of van de werkbank) beïnvloedt de houding van de werknemer. Als het werkvlak te laag is, is de werknemer verplicht zich voorover te buigen; is het werkvlak te hoog, dan moet hij de armen en schouders opheffen om zijn taak uit te voeren.

De hoogte van het werkvlak wordt bepaald door twee criteria:

- ☐ de lengte van de gebruiker: het werkvlak moet geschikt zijn voor kleine en grote gebruikers;
- ☐ het type uit te voeren werk: gewoonlijk worden drie categorieën van werk onderscheiden:
 - precisiewerk;
 - licht werk;
 - zwaar werk.

Het type van werk bepaalt de adequate werkvlakhoogte. Zo vergt precisiewerk een hoog werkvlak waarop je de voorwerpen scherp kunt zien zonder je voorover te moeten buigen. Wie daarentegen zware voorwerpen moet hanteren of het gewicht van zijn romp moet gebruiken, werkt beter met een laag werkvlak, zodat hij niet nodeloos de armen en schouders omhoog moet tillen.

Er bestaan twee types van werkvlak:

- ❑ werkvlak met (elektrisch of mechanisch) **verstelbare hoogte**, zodat de werkvlakhoogte kan worden aangepast in het licht van de twee bovengenoemde criteria;
- ❑ werkvlak met **vaste hoogte**. Als het niet mogelijk is de hoogte van het werkvlak te verstellen, moet de hoogte worden gekozen die het beste compromis biedt tussen de verschillende gebruikers en de diverse types van taken. In het geval van precisiewerk door gebruikers van verschillende lengte bijvoorbeeld is het beter de hoogte van het werkvlak af te stemmen op de grootste persoon. Voor de grootste gebruiker is het immers moeilijker zich systematisch voorover te buigen, terwijl het voor de kleinste persoon niet zo moeilijk is de armen wat hoger te heffen. Een opstapje voor de kleinste medewerker lost doorgaans de problemen op.



	Figure A	Figure B	Figure C
	Precisiewerk	Licht werk	Zwaar werk
Man	100 – 110	90 – 95	75 – 90
Vrouw	95 - 105	85 - 90	70 - 85
Richtpunt	Hoogte ellebogen (of hoger)	Tussen heupen en ellebogen	Hoogte heupens

Werkvlak om metalen stangen te buigen



Werkvlak voor het verbinden van metalen stangen





Tafel voor licht werk in de bouwplaatscabine

b) Verhoog met vaste hoogte

Vaak zijn we geneigd het voorwerp of de last op de grond te plaatsen. Dat heeft dan tot gevolg dat we de romp telkens weer voorover moeten buigen, wat op termijn de gezondheid van de rug dreigt te schaden. Enkele eenvoudige oplossingen kunnen de herhaling van die schadelijke houdingen echter beperken:

- In plaats van de lasten systematisch op de grond te deponeren, is het beter ze op een verhoog met vaste hoogte te plaatsen. Op die manier kunnen we vermijden dat we de rug te veel moeten buigen. De hoogte van dat verhoog wordt bepaald afhankelijk van de totale hoogte van de last of van de opeengestapelde lasten. De totale hoogte van draagvlak en lasten mag niet hoger komen dan schouderhoogte.



De lasten worden op de vloer geplaatst



De lasten worden op een verhoog geplaatst: de rug wordt gespaard



Niet-verstelbare verhogen om zakken zand en cement neer te zetten: beter voor de rug

- ❑ Stellingen met twee niveaus helpen veelvuldig vooroverbuigen van de romp vermijden. Op het ene steigerniveau kan de metser zich verplaatsen, en het andere steigerniveau heeft de goede hoogte om de steenblokken en kuipen op te zetten. Sommige types van steigers zijn zelfs uitgerust met een tandbeugel om de plankhoogte gemakkelijk te kunnen verstellen.



Stelling met twee niveaus



Stelling met twee niveaus, waarvan de hoogte kan worden versteld met een zwengel

- ❑ Gebruik schragen om de lasten op bekkenhoogte te deponeren en er gemakkelijker aan te kunnen



De zware planken worden op schragen gelegd om ze gemakkelijker te kunnen grijpen of verzagen



Lichte schragen waarop het gereedschap en de gereedschapskisten kunnen worden gedeponeerd



Schragen, om te vermijden dat de werknemer zich voorover moet buigen bij het klaarmaken van kokers



- ❑ In sommige bouwambachten is het onontbeerlijk bij het begin van de werkzaamheden een tafel te monteren om de rug beter te beschermen.



***“Tafels” voor het voorberei-
dende werk, het snijden en
het meten***



***De bekistingsplaten worden
gezaagd op een verhoog met
aangepaste hoogte in plaats
van op de grond***

- ❑ Het gebruik van machines (eventueel machines die aan een tafel worden vastgemaakt) om blokken, bakstenen of planken te zagen is beter dan die taken op vloerniveau uit te voeren met draagbaar gereedschap. Het is een rug-sparende investering die wellicht ook het risico op ongevallen zoals snijwonden vermindert.



Machines in plaats van draagbaar gereedschap maken een comfortabeler houding mogelijk



Draagbare zaag, bevestigd aan een werkbank, om te werken zonder bukken

- ❑ Taken waar bevestigingsmiddelen, zoals bankschroeven, aan te pas komen, zijn gemakkelijker met een draagbare werkbank (op wieltjes).



Draagbare (opvouwbare) werkbank op wieltjes en met laden

- ❑ Als de metser zijn mortelbak op een verhoog zet in plaats van op de grond, bespaart hij zich heel wat voorwaartse rompbuigingen.



Ondersteuning voor de mortelbak van de metser

- ❑ Als er geen verhoog is, kan de stapel opgeslagen lasten worden gebruikt om het te verzagen voorwerp op te leggen of de mortel- of cementlijmkuip op te zetten



Verzagen van gipsplaten op de stapel platen in plaats van op de grond: een manier om het ontbreken van een verhoog op te vangen



Een goede gewoonte: de emmer op een hoger vlak zetten om zich niet te moeten bukken

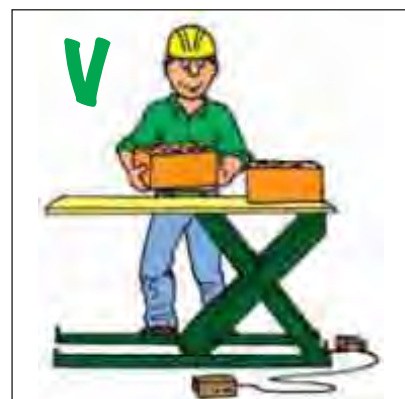
- ❑ In dezelfde logica is het beter je hamer op een tafel te leggen als je hem tijdelijk niet nodig hebt, of je schop verticaal tegen een muur te zetten, en niet op de grond. Zo hoeft je je niet te bukken telkens als je je gereedschap weer nodig hebt.

c) In de hoogte verstelbaar verhoog

- ❑ Wanneer de hoogte van de te bewerken voorwerpen varieert, of gebruikers met een verschillende lengte hetzelfde werkvlak gebruiken, is een verhoog van het heftafel- of schartafeltype geschikt.



De lasten op de vloer leggen



De lasten op een verhoog met verstelbare hoogte leggen: zo wordt de rug gespaard

- ❑ Als de metser zijn mortelkuip door een heftruck omhoog laat tillen tot op de hoogte waarop hij aan het werken is op de stelling, hoeft hij niet langer met een schop over en weer te lopen tussen de kruitwagen met mortel op de begane grond naar de kuip op de steiger.



Mortel scheppen uit de kruitwagen die op de begane grond staat, en overbrengen naar de steiger: eentonig werkje



Een heftruck plaatst de kuip op de juiste hoogte op de steiger

- ❑ Materiaal stapelen in de kippak van een bulldozer is beter voor de rug als de kippak eerst op de gepaste hoogte wordt gemonteerd



Kippak nog op grondniveau: de romp moet zich telkens buigen om het materiaal in te laden



Kippak op de goede hoogte gemonteerd: maakt een veel comfortabeler houding mogelijk

d) Verlengstukken en steunen

- ❑ Door gebruik te maken van een steel (handvat met verlengstuk) hoeft de werknemer zich niet altijd te bukken of naar achteren uit te strekken bij repetitieve taken, en dat helpt in sommige gevallen zijn rug te beschermen: een boor met verlengstuk voor metalen daken, een draadverbinder met verlengstuk voor het samenbinden van ijzerafval, een steun voor boormachine bij het doorboren van betonzolderingen...



Draadverbinder om oud ijzer samen te binden in rechtopstaande houding



- ❑ Bij het plaatsen van funderingsblokken kan beter een schop worden gebruikt dan een truweel om de mortel aan te brengen: zo moet de werknemer zich minder bukken en belast hij de rug dus minder.
- ❑ Een breekhamer die voorzien is van een houweel met steel en die aangesloten is op een compressor, is lichter dan het klassieke gereedschap, en bevordert een goede houding.

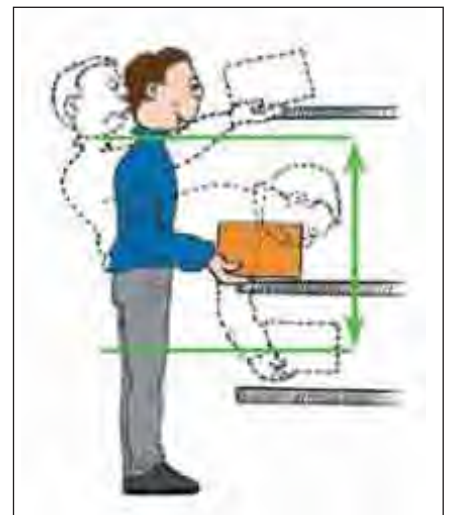
e) Opslag

Bij het opbergen van lasten in rekken en kasten moet rekening worden gehouden met drie factoren:

- ❑ het gewicht van de lasten: zware lasten moeten worden opgeslagen vlakbij bekkenhoogte;
- ❑ de gebruiksfrequentie van de voorwerpen: de vaakst gebruikte voorwerpen moeten worden opgeslagen op een hoogte die tussen de schouders en halfweg de dijen in ligt. Voor de zelden gebruikte voorwerpen kunnen de andere vlakken van het rek worden gebruikt, met als maximale opberghoogte 20 cm boven schouderhoogte;
- ❑ de diepte van de rekplanken: als de rekplanken te diep zijn, moet je te veel vooroverbuigen om de last te grijpen die helemaal achterin zit.



Opslag van zware lasten op bekkenhoogte



Opslag van vaak gebruikte lasten op een hoogte tussen schouders en halfweg de dijen in.

2. Zich op de goede hoogte plaatsen: aangepaste houdingen

Als de werkvlakhoogte niet kan worden gewijzigd, als de taak echt op de grond moet worden uitgevoerd of als de last op de grond ligt, moet je een optimale houding aannemen om de rug zo weinig mogelijk te belasten

a) Bij het hanteren van een last

	Actie	Belang
1	De last omringen	De drukkracht op de lumbale tussenwervelschijven verminderen door een betere hefboomwerking
2	De natuurlijke krommingen van de wervelkolom behouden	Ervoor zorgen dat de druk over de hele tussenwervelschijf verdeeld blijft
3	De knieën buigen (maximaal 90°)	Vermijden dat de romp te veel vooroverbuigt, maar zonder de knieën overmatig te belasten



Slechte houding om een last van de grond op te tillen



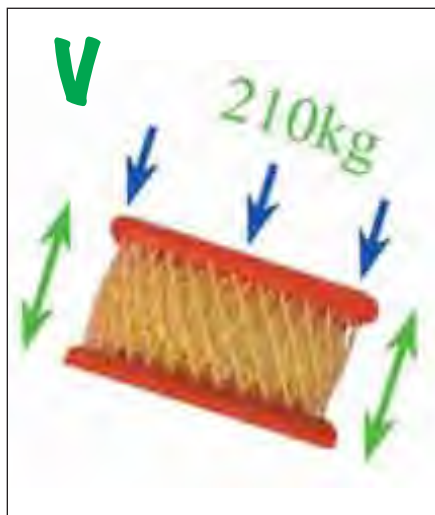
Juiste houdingen om een last te hanteren



Positie van een wervelsegment

links: de tussenwervelschijf wordt vooraan dichtgeknepen

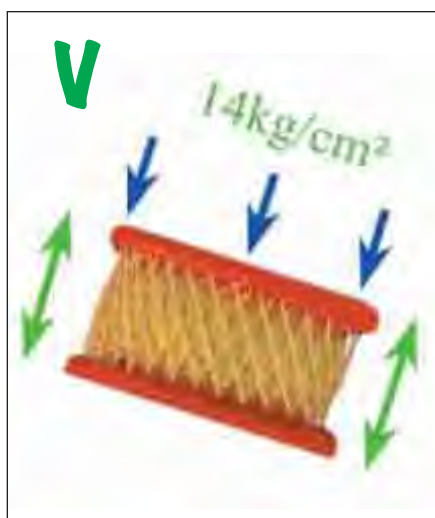
rechts: de druk wordt over de hele tussenwervelschijf verdeeld



Druk op de tussenwervelschijf

links: slechte houding

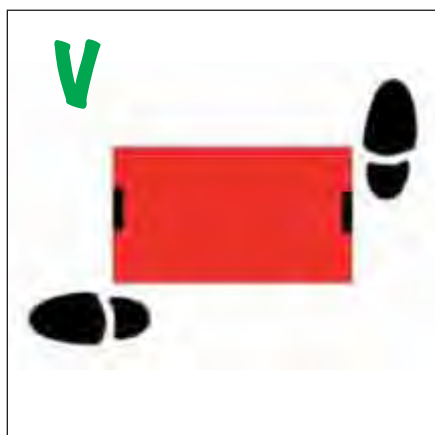
rechts: goede houding



Druk per cm² op de tussenwervel-schijf

links: slechte houding

rechts: goede houding



Voetenstand

links: slechte houding

rechts: goede houding

Spreadstand maakt het mogelijk heel dicht bij de last te staan en de last te omringen zonder de benen te veel uit elkaar te plaatsen. Plaats de voeten hierbij aan weerskanten van de last.

Doordat de voorwaartse lendenkromming (de lumbale lordose) behouden blijft, kunnen de wervelplateaus een homogene drukverdeling over de hele tussenwervelschijf handhaven. De voorkant van de tussenwervelschijf wordt niet dichtgeknepen. Het feit dat de achterste gewrichten in deze houding dicht bij elkaar kunnen blijven, draagt eveneens bij tot een vergroting van het steunvlak op de gewrichten van het wervelsegment.

Als we de druk op de lumbale tussenwervelschijven in verschillende situaties vergelijken, zien we duidelijk het voordeel van een aangepaste techniek om lasten op te heffen:

Voor een last van 15 kg:

- ❑ **bedraagt de druk op de tussenwervelschijf L5/S1 210 kg met een goede techniek**
- ❑ **500 kg bij gestrekte benen en ronde rug**

Als we nagaan hoeveel de druk per oppervlakte-eenheid bedraagt, is het voordeel nog frappanter: 14 kg/cm² in geval van een correcte techniek, tegenover 67 kg/cm² bij een verkeerde techniek.

Als de last op de grond ligt of lager dan handhoogte, is het beter de knieën te buigen, om de romp niet te veel voorover te buigen. Je mag echter niet volledig door de knieën buigen; de buiging moet bij voorkeur beperkt blijven tot maximaal 90°. Een te sterke buiging van de benen vermoeit immers de spieren, verhoogt de druk op het kraakbeen en bemoeilijkt - door de spanning van de bilspieren bij sterke buiging van de heupen - het behoud van de natuurlijke lendenlordose. Maar zonder last in de handen mag je wel volledig door de knieën buigen, want de dijen moeten dan alleen maar het gewicht van de romp opheffen.

Bijkomende aanbevelingen

	Actie	Belang
1	Houd de armen gestrekt	Om onnodige vermoeidheid van de armen te voorkomen
2	Zet de voeten plat	Om de stabiliteit van de beweging te verzekeren en te vermijden dat je uit evenwicht raakt
3	Blaas uit tijdens het heffen	Om blokkering van de ademhaling (stijging van de arteriële bloeddruk) te vermijden
4	Plaats handen en armen tussen de benen	Om de last dicht bij het lichaam te kunnen brengen zonder erdoor gehinderd te worden
5	Pas de hefsnelheid aan	Niet te snel om geen drukpiek te creëren (door een te grote versnelling) en niet te traag om te profiteren van de inertie van de last om haar in de hoogte neer te zetten
6	Neem vóór u steun met de eventuele vrije hand	Vóór u steunen met de vrije hand (in het geval van lasten die met één handgreep kunnen worden vastgegrepen) helpt de druk op de lendenwervelkolom verminderen

Als bijlage worden de verschillende hanteringstechnieken nader toegelicht.



Goede houdingen om lasten te hanteren



Goede houdingen om lasten te hanteren

b) Bij taken waar geen last bij te pas komt

(1) Buig de knieën, hurk of kniel

De spontane neiging om met ronde rug voorover te buigen om dichterbij een voorwerp te komen dat lager is dan de handen (of om dat voorwerp te grijpen) is nefast voor de rug. Je moet de knieën plooien. De romp blijft dan verticaal en de wervelkolom komt minder onder druk te staan. Die techniek, die vaak wordt aanbevolen door therapeuten, wordt te weinig gebruikt, hetzij uit nalatigheid, hetzij door gebrek aan oefening. Deze gewoonte neemt nochtans snel de vermoeidheid ter hoogte van de dijen weg. Merk ook op dat de voorwaartse lendenkromming gehandhaafd blijft dankzij een vrijwillige samentrekking van de rugspieren.

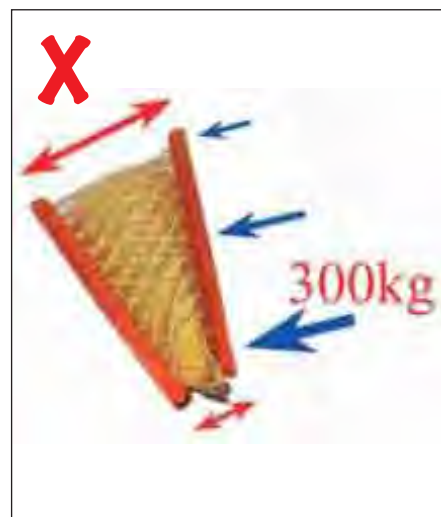
We moeten altijd voor ogen houden dat **langdurig** door de knieën buigen lastig is voor zowel de knieën als de rug. De rug heeft dan de neiging zich te krommen en dus de ligament- en tussenwervelschijfstructuren uit te rekken.



Voorovergebogen met ronde rug



De tussenwervelschijf wordt vooraan dichtgeknepen



Buiging van de knieën

Verdeling van de druk over de hele tussenwervelschijf





Voorbeelden van goede houdingen (op voorwaarde dat ze niet te lang worden aangehouden en waar nodig met kniebescherming)

(2) Behoud de natuurlijke lordose

In sommige situaties is het wegens de moeilijke toegankelijkheid van het voorwerp niet of nauwelijks mogelijk de knieën te buigen en moet je toch naar voren buigen. Het alternatief voor die “ronde rug” bestaat erin de natuurlijke lendenkromming (lordose) te behouden. Je doet de romp dan vanuit de heupen vooroverhellen. Dankzij het behoud van de lendenlordose kunnen de wervelplateaus dan een homogene drukverdeling behouden. Het ondersteuningsvlak blijft maximaal, de voorkant van de tussenwervelschijf wordt niet dichtgeknepen. De totale druk op de schijf blijft hoog: 250 kg met behoud van de lordose, tegenover 300 kg met ronde rug (zie uitleg achteraan als bijlage). Het is echter interessant de **druk per oppervlakte-eenheid** te berekenen:

- ❑ 40 kg/cm² in geval van vooroverbuigen met ronde rug
- ❑ 17 kg/cm² in de houding met behoud van de lordose

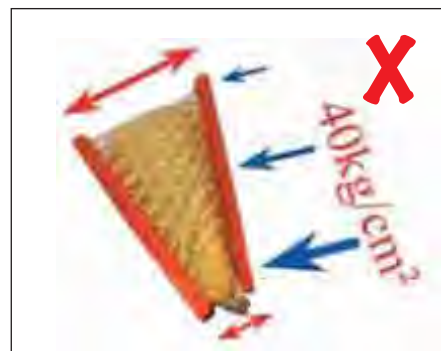
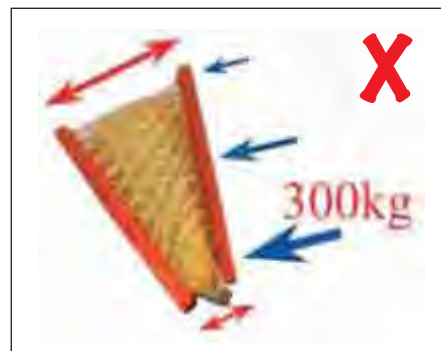
Het probleem bij het toepassen van deze houding is dat de achterdijspijeren soepel genoeg moeten zijn om het bekken rond de heupen te laten kantelen en zo de lordose te behouden. Als de bekkengordelspijeren stijf zijn, wordt de correcte beweging bemoeilijkt. Om de lordose te kunnen handhaven, moeten de paravertebrale of rugspieren zich bovendien meer samentrekken dan bij de voorovergebogen houding met ronde rug. Die twee factoren verklaren ongetwijfeld waarom maar weinig mensen spontaan de correcte houding aannemen. Door regelmatige oefening zullen de betrokken spieren echter soepeler en sterker worden.



Vooroverbuigen met ronde rug



Tussenwervelschijf vooraan dichtgeknepen



Druk op de tussenwervelschijf per oppervlakte-eenheid



Behoud van de lordose



Verdeling van de druk over de hele tussenwervelschijf



Druk op de tussenwervelschijf per oppervlakte-eenheid



Voorbeelden van goede houdingen



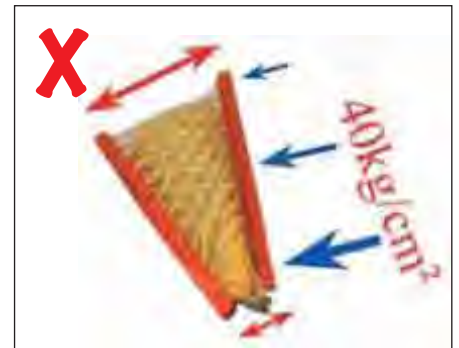
(3) Zoek steun vóór u

Het gebruik van een steunpunt vóór u, betekent dat de hand op een steunpunt wordt gelegd dat zich vóór de romp bevindt (een tafel, een stoel, een muurtje...). Je kunt ook de hand of de elleboog op het voorste gebogen been leggen. Zo verminder je sterk de druk op de wervelkolom. Deze werkwijze is te vergelijken met een portaalbrug, die twee steunpunten heeft, terwijl vooroverbuigen zonder steun kan worden vergeleken met een kraan. Het verdient aanbeveling om tegelijk de natuurlijke lordose te behouden, om de druk over de hele tussenwervelschijf te verdelen.

Je kunt deze techniek ook toepassen als je een last hanteert die met één handvat kan worden vastgegrepen. De andere hand kun je dan bij wijze van steun op de dij of op een steunpunt leggen.



Voorovergebogen met ronde rug



Druk op de tussenwervelschijf per oppervlakte-eenheid



De tafel vóór u als steunpunt gebruiken



Druk op de tussenwervelschijf per oppervlakte-eenheid



Vóór u steun nemen door met beide handen op de bovenbenen te steunen



Vóór u steun nemen door met één hand op het bovenbeen te steunen





Vóór u steun nemen door met de elleboog op het bovenbeen te steunen



Vóór u steun nemen door met de elleboog op het bovenbeen te steunen (vooraanzicht)



Voorbeelden van goede houdingen



(4) Afwisseling van houding

Het is beter niet al te lang in dezelfde positie te blijven, ook al lijkt die correct. Voor de voeding van de tussenwervelschijven is beweging immers absoluut noodzakelijk.

Regelmatige lenigheidsoefenen houden het spierstelsel soepel, maar herstellen ook de weefselvoeding, die door statische houdingen wordt belemmerd.



*Voorbeelden van stretchhoudingen op de werkplek
(de gestretchte spieren zijn in het groen aangeduid)*



3. Zorg voor een optimale toegang tot het werkvlak

a) Gebruiksfrequentie van de voorwerpen

Bij het opbergen van werktuigen of onderdelen op het werkvlak moet rekening worden gehouden met de gebruiksfrequentie van die voorwerpen en met de lengte van de arm. Er zijn twee reikafstanden:

- ❑ De maximale reikafstand komt overeen met de afstand tussen de pols en de schouder. Die afstand is voorbehouden voor minder frequente bewegingen.
- ❑ De comfortafstand komt overeen met de halfgebogen houding van de arm (en bedraagt ongeveer 2/3 van de maximale reikafstand)

reikafstand:
groene pijl = comfortafstand
rode pijl = maximale reikafstand



b) Ruimte voor voeten en knieën

Als er genoeg ruimte is voor de voeten, kun je dicht bij het werkvlak komen en vermijd je een onstabiele, overhangende houding, die vermoeiend is voor de rugspieren.



Werkvlak met plaats voor de voeten

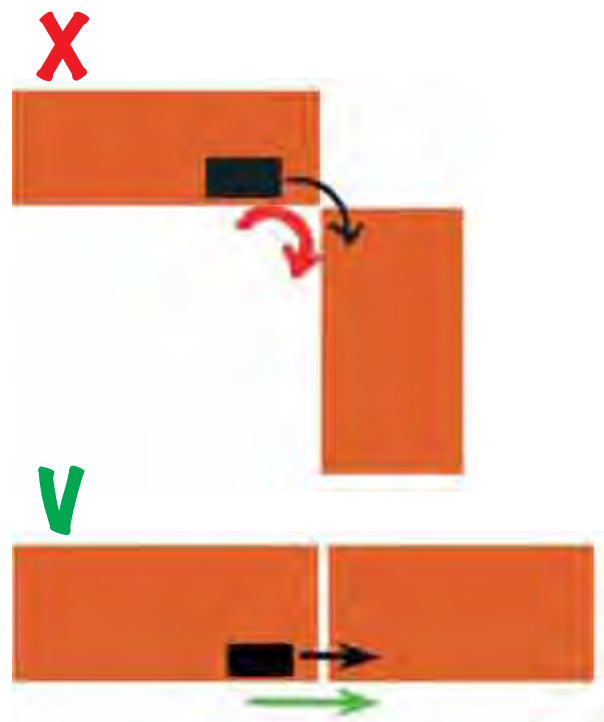
In zit is het belangrijk dat er onder de tafel genoeg plaats is om de benen over elkaar te slaan.

c) Plaats de werkvlakken naast elkaar in plaats van haaks tegenover elkaar

Sommige werkvlakken worden haaks geplaatst, en dan kan de gebruiker vaak niet anders dan zijn rug te draaien om iets aan de andere tafel te doen. Als de tafels naast elkaar staan, kan die rugrotatie worden vermeden of beperkt: de gebruiker verplaatst dan gewoon de voeten.

Haakse plaatsing van de werkvlakken: risico van torsie van de rug bij het veranderen van tafel als de gebruiker er niet op let de voeten te draaien

Naast elkaar plaatsing van de werkvlakken vermindert het risico van torsie



d) Verplaats de voeten in plaats van de rug te draaien

Als het niet mogelijk is de werkvlakken of de schikking van de lasten aan te passen, verplaats dan de voeten, zodat de last of de taak vlak vóór u blijft. Zo vermijdt u rotatie van de wervelkolom.

4. Zorg voor een goede toegang tot de werkpost

a) Opruimen

Als de arbeidsplek wordt opgeruimd en de vloer gereinigd, worden valpartijen vermeden en stoot men zich niet voortdurend aan rondslingerende voorwerpen. Het gebruik van afvalbakken kan nuttig zijn om de lokalen net en afvalvrij te houden.



Netjes opruimen van de werkplek, dankzij een bigbag voor afval of een speciaal hiertoe bestemde kist



b) Doorgangsruimten

Verwijder gaten, bulten of kleine niveauverschillen die we normaliter niet verwachten in een theoretisch effen vloer. Ook dat voorkomt pijnlijke valpartijen of misstappen.

Ladders, trappen of hellende vlakken moeten aangepast zijn aan het type van activiteit en aan de gebruiksfrequentie. Als er vaak lasten moeten worden gehanteerd, is het raadzaam de ladder te vervangen door een trap of nog beter door een goederenlift. Het behoud van de kwaliteit en stabiliteit van die elementen is van cruciaal belang.



Verzorgde toegang tot de bouwplaats

c) Verlichting

De verlichting moet voldoende sterk en gelijkmatig zijn, om donkere of verblindende plekken te vermijden.

d) Toegankelijkheid

De verschillende werkplekken moeten gemakkelijk en ongehinderd toegankelijk zijn. De ruimte die vrij wordt gelaten om te voet te circuleren, moet minstens 80 cm breed zijn zonder te hanteren last en 120 cm met last.

e) Toegang voor vrachtwagens

Een inklapbare of uitschuifbare laadbrug of een zwenkarm vormen een kostbare hulp bij het laden en lossen van materiaal uit of in het vrachtvoertuig. Het is ook wenselijk dat de vrachtwagen een heftoestel aan boord heeft (een heftruck bijvoorbeeld). Dat kan achteraan wordt bevestigd of in een aanhangwagen wordt meegevoerd.

Ook een achterstel dat sterk kan worden verlaagd, vergemakkelijkt de toegang tot de vrachtwagen.

5. Vergemakkelijk het verplaatsen van de lasten

a) Mechaniseer de taak

- ❑ Vervang het manuele laden en lossen van cementzakken in de betonmolen door een automatisch mengsysteem in een silo die via pompen en leidingen wordt bevoorraadt door een vrachtwagen. Dat vergemakkelijkt de voorbereiding van het metselwerk.

Mengsilo vervangt klassieke betonmolen



- ❑ De stukadoor maakt zijn werk gemakkelijker door de pleisterspecie op te spuiten aan de hand van een pomp die in verbinding staat met een mengmachine.

Mengmachine en pomp om de pleisterspecie op te spuiten



- ❑ Ook een metser spaart tijd uit als hij de mortel met een pomp opspuit om de blokken te vullen.
- ❑ Een kraan of een gemotoriseerde machine met breekhamer werkt comfortabeler dan een klassieke breekhamer.

Robot bij asbestverwijdering van windverhitters



b) Voorbereiding in de werkplaats

- ❑ Gebruik pre-muren die in de werkplaats zijn gemaakt en ter plaatse worden geplaatst met een kraan: zo moeten ter plaatse geen blokken worden gehanteerd en gemetseld.

Pre-muren vervangen het metselen van blokken



- ❑ Als geprefabriceerde betonnen vloerplaten met een kraan op het niveau van de verdiepingen worden geplaatst, worden heel wat manuele taken overbodig, doordat dan geen liggers en gewelfstenen meer nodig zijn.
- ❑ Dakgebinten, trappen en zware balken in de werkplaats vervaardigen en daarna ter plaatse installeren, verloopt minder problematisch dan het bouwwerk ter plaatse opbouwen.

Dakconstructies die vóór de plaatsing in de werkplaats worden geassembleerd



Vervoer van stukken dakgebinte die in de werkplaats zijn geassembleerd



c) Groepeer voorwerpen

- ☐ Breng de zakken bijeen in één enkele container van het bigbagtype en verplaats die mechanisch met een takel. Zo hoef je niet talloze keren over en weer te gaan met zakken.
- ☐ Berg de steigers op in specifieke containers, dan hoef je ze in de werkplaats niet apart te versjouden. Die container kan eventueel worden opgeslagen op staanders, zodat je er een aanhangwagen onder kunt rijden.
- ☐ Verzamel het bekistingstoebehoren en -gereedschap in een metalen container die met een heftruck of kraan kan worden gehanteerd: zo beperk je eveneens de frequentie van houdingen die zeer schadelijk zijn voor de rug.



Een kraan vervoert metalen behuizingen waarin toebehoren is opgeslagen

- ☐ Groepeer de bakstenen in een bak die dan mechanisch wordt opgetild: zo moeten ze niet één voor één de stelling op worden gedragen.

Bakstenen gegroepeerd in bakken of containers die met een kraan of heftruck kunnen worden verplaatst



- ☐ De mortel of het beton kunnen beter met een grote bak of met de kraangrijper worden verplaatst dan met een kruiwagen.

Mortelbak met bevestigingssysteem voor verplaatsing met kraan





Kraangrijper om de specie naar de verdieping over te brengen

d) Vergemakkelijk verticale verplaatsingen

- Als er van in de eerste fase van de bouwwerken goederen- en materiaalliften, gondelsystemen, hefplatforms en liften ter beschikking worden gesteld, kunnen de werknemers van de verschillende bouwvakken en de lasten de verdiepingen van het gebouw bereiken zonder de trappen te gebruiken.



Goederenlift: zo moeten de lasten niet langs de steigers worden ver-



Verrijdbaar hefplatform



Gondelsysteem dat verticale verplaatsing van lasten en personen mogelijk maakt



Gondelsysteem, in dit geval om vensterramen te plaatsen

- Een bouwplaatskraan maakt tal van goederenbehandelingen overbodig en spaart dus de rug van de werknemers.



Gebruik van de kraan om stukken dakgebinte en materialen naar boven te brengen

- Een hijslier of een zwenkarm vergemakkelijken eveneens het verticale transport, en dat tegen een lage kostprijs.



Lier om de vensterramen en muurbekledingen te plaatsen



Lier op een steiger of op een zwenkarm



Materiaallosvloer op een steiger om de materialen gemakkelijk te deponeren en over te brengen met de kraan

- ❑ Plateauwagens moeten uitgerust zijn met ankerpunten en bevestigingssystemen om ze gemakkelijk met een kraan naar de hogere verdiepingen te kunnen overbrengen
- ❑ Steigers op wielen betekenen tijdswinst: ze kunnen naar verschillende plaatsen worden gereden zonder dat ze moeten worden gedemonteerd



Stellingen op wielen, gemakkelijk verplaatsbaar

e) Gebruik mechanische hulpmiddelen voor het heffen van lasten

- ❑ Een mechanisch hulpmiddel om de last op te tillen of te verplaatsen is van grote waarde om het manuele werk te beperken. Denken we maar aan werkplaatskranen, takels, een op een vrachtwagen gemonteerde, draagbare of opvouwbare zwenkarm, of een goederenbehandelingstoestel met een tegengewicht om het gewicht van het werktuig te compenseren.
- ❑ Toestellen met zuignappen (luchtaanzuiging) of knijptangen om zware lasten, trottoirtegels- en banden te verplaatsen.



Tang voor trottoirbanden, bevestigd aan bouwplaatsmachine, voor het verplaatsen van zware lasten



Zwenkarm met vacuümtang om vloertegels te verplaatsen





Machine met vacuümtang om een groot aantal straatstenen tegelijk te verplaatsen

- ☐ Goederenbehandelingstoestellen voor het bevestigen van gipsplaten aan het plafond.

Steun voor gipsplaten zodat die aan het plafond kunnen worden bevestigd



f) Gebruik aangepaste wagens en machines om goederen te behandelen

Lange verplaatsingen met een last in de handen zijn vermoeiend voor de rug, maar kosten ook meer energie. Gevolg is dat we fysiek vermoeider zijn en dat onze aandacht voor rugsparende houdingen wellicht verslapt. Een goederenbehandelingstoestel biedt de gebruiker heel wat voordelen.

Er zijn heel wat hulpmiddelen op de markt:

- ☐ Kruiwagens
- ☐ Steekwagens
- ☐ Gereedschapswagens
- ☐ Materiaalwagens (met bekistingselementen bijvoorbeeld)
- ☐ Haspelwagens
- ☐ Manuele pallethefwagens (transpallet)
- ☐ Elektrische pallethefwagens
- ☐ Heftruck
- ☐ Rupsvoertuig voor moeilijk toegankelijke plaatsen
- ☐ Verrijdbaar hefplatform om een persoon op de juiste hoogte te brengen of te verplaatsen. Vervangt ook ladder of steiger.



Verschillende goederenbehandelingssystemen om lasten te verplaatsen



Verschillende goederenbehandelingssystemen om lasten te verplaatsen



Klein wagentje om dakpannen en dakleien te verplaatsen op een hellend dak



Wagentje om meubels te verplaatsen



Wagentje om radiatoren en zware en omvangrijke lasten te verplaatsen



Wagentje waarvan de vorken op de vereiste hoogte kunnen worden versteld



Manuele pallethefwagen (transpallet) om blokken te verplaatsen

Die systemen zouden de volgende eigenschappen moeten vertonen:

(1) Logische hoogte van het laadvlak

De hoogte van het vlak waarop de voorwerpen zijn gedeponeerd, moet beantwoorden aan de werkvlakhoogte, zodat de last tijdens de overbrenging niet van hoogte verandert. Die aanpassing verloopt gemakkelijk als de werkvlakken even hoog komen en als de voorwerpen een vaste hoogte hebben. Als de op te slane voorwerpen een uiteenlopende hoogte hebben, wordt aanbevolen gebruik te maken van wagens met een in de hoogte verstelbare laadvlak.

(2) Hoogte van de handgrepen

Om te vermijden dat de werknemer zich voorover moet buigen om de wagen te duwen of te trekken, moeten de handgrepen tussen 90 en 120 cm boven de grond geplaatst zijn.

(3) Geschikt wieltype voor het terrein

De wielen van de wagen moeten worden gekozen afhankelijk van het type terrein en van de eventuele grondniveauverschillen. Met wagens met grote wielen is het gemakkelijker rijden op oneffen terrein.

Het wielmechanisme moet ook goed worden onderhouden. Liever onaangepaste wielen vervangen dan koppig met een moeilijk hanteerbare kar te blijven zwoegen.

Kruiwagens met twee wielen zijn stabiel en onderwerpen de rug aan minder zijdelingse belasting dan kruiwagens met één wiel en zijn soms te verkiezen.



Een wagen met grote wielen is gemakkelijker te manoeuvreren op oneffen terrein

(4) Gewicht van de kar

Afhankelijk van het type wagen mag de volle wagen een bepaald maximumgewicht niet overschrijden. Anders moet de wagen worden gemechaniseerd.

☐ Kruiwagens en steekwagens: maximaal 80 kg

☐ Wagen of rek voor gereedschap en materiaal: maximaal 300 kg

Als die twee wagentypes voorzien zijn van inkepingen, zijn ze ook transporteerbaar per kraan en dus nog efficiënter.

☐ Manuele pallethefwagens: maximaal 600 kg.

Gebruik kruiwagens waarvan de inhoud binnen redelijke perken blijft: dat beperkt het risico dat de kruiwagen overladen wordt.

(5) Zichtbaarheid

De hoogte van de gevulde wagen mag niet meer dan 120 cm bedragen, zodat de grond en eventuele obstakels zichtbaar blijven.

(6) Verplaatsen van een wagen of kruiwagen

Buig eerst door de knieën en richt dan de bovenbenen op terwijl u een stap naar voren zet om van het lichaamsgewicht gebruik te maken om de kruiwagen naar voren te verplaatsen.



Slechte houding om een kruiwagen te verplaatsen



Juiste houding om een kruiwagen te verplaatsen

6. Pas de kenmerken van het voorwerp aan

a) Verminder het gewicht van de te hanteren last

Het maximumgewicht van een last die wordt opgetild in optimale omstandigheden (d.i. zonder enige belemmering om die last te grijpen) mag in rechtopstaande houding niet meer bedragen dan:

- ☐ 25 kg voor een man
- ☐ 15 kg voor een vrouw.



De zakken van 50 kg vervangen door zakken van 25 kg

Verpakking in zakken van 25 kg

Die grenswaarden moeten neerwaarts worden herzien als het gaat om herhaalde taken, taken die lastige houdingen vergen of waaraan moeilijkheden verbonden zijn, bijvoorbeeld een moeilijke greep op het voorwerp.

Beperking van het gewicht bij bepaalde hantering	
Last en/of houding	Maximumgewicht
Zittend, geknield of gehurkt	10 kg (bij voorkeur 4,5 kg)
Betonstaal optillen met een hand	17 kg (bij voorkeur 7,5 kg)
Betonstaal optillen met twee handen	20 kg
Betonkraker	6,5 kg
Steigeronderdelen	23 kg
Straatkei	4 kg
Straatteg	9,5 kg
Gegolfd plaatijzer	8 kg
Blokken plaatsen, metselen en lijmen op een hoogte van 0 tot 150 cm boven de grond	14 kg
Rol roofing	35 kg (5 per dag)
Tegel	6 kg
Pak tegels	18 kg

Bron: A-blad ARBOUW Tillen 2004 – Arbouw voor veilig en gezond werken, op basis van de NIOSH-methode voor berekening van de maximaal toelaatbare lasten

- Dankzij het gebruik van halve betonblokken wordt de rug minder belast bij het verzagen en hanteren van de blokken

blok en halve blok

- Kalkzandstenen, terracottablokken of blokken van geëxpandeerd kleibeton kunnen een alternatief vormen voor betonblokken: ze zijn lichter en zowat even sterk. Sommige blokken hebben bovendien een gegroefd profiel, zodat ze met de spatel kunnen worden ingestreken met cementlijm. Zulke blokken zijn voor de metselaar veel gemakkelijker om mee te werken, door hun beperkte gewicht en omdat er veel minder mortel nodig is. Zo besparen zij zich heel wat repetitieve gebaren en kunnen zij ook sneller de muren opbouwen. In plaats van de mortel te mengen aan de hand van schop en betonmolen kan een cementlijmmenger worden gebruikt.



Kalkzandblokken



Blokken van geëxpandeerd kleibeton



Op de blokken geëxpandeerd kleibeton wordt met een spatel cementlijm aangebracht

Cementlijmmenger



- Holle, in elkaar passende funderingsblokken zijn lichter dan de klassieke betonblokken en kunnen nadien met beton worden gevuld met een pomp. Ook dat is gemakkelijker werken voor de metser.

Holle funderingsblokken die met een pomp met beton moeten worden gevuld



- ☐ Twee lateien van 9 cm breed zijn gemakkelijker te plaatsen dan één enkele latei van 19 cm breed, en hebben een gelijkwaardige sterkte.
- ☐ Bij het bekisten van betonplaten kunnen de bekistingsplanken worden vervangen door lichte houten stukken in H-vorm met dezelfde sterkte.
- ☐ Twee halve gasflessen zijn gemakkelijker te vervoeren dan één volle gasfles.
- ☐ Rollen roofing van 8 m² in plaats van 12 m² zijn gemakkelijker te hanteren.
- ☐ Als leistenen per 12 worden verpakt in plaats van per 20, weegt het pak 15 tot 10 kg minder.
- ☐ Een beperkt gewicht moet een doorslaggevend criterium zijn bij de aankoop van gereedschap (bijvoorbeeld nagelpistolen).

b) Verminder het gewicht van de bak of de kist

Kunststofbakken zijn lichter dan houten of metalen bakken en zijn even sterk.

c) Verminder het volume van de bakken of kisten

De grootte van de bakken mag de volgende afmetingen niet overschrijden:

Lengte: 40 cm

Breedte: 30 cm

Hoogte: 30 cm

Dankzij die beperkte afmetingen kan het zwaartepunt van de last dicht bij het lichaam worden gebracht en kan dus de impact van het hefboomarmeffect op de wervelkolom worden verminderd.

Vermijd het gebruik van te omvangrijke transportbakken



d) Zorg ervoor dat de last gemakkelijk vast te grijpen is

De last is gemakkelijker vast te grijpen als ze voorzien is van handvaten of daartoe bestemde inkepingen.



Inkepingen in de blokken voor een gemakkelijker greep



Grijpsysteem voor boordstenen



Grijpsysteem voor blokken

- ❑ Riemsystemen zijn nuttig om zware, volumineuze lasten zonder handgrepen te verplaatsen

Singel voor het hanteren van raamwerk (Fabricius fastener)



e) Vermijd andere risico's

Scherp scherpe hoeken af om u niet te snijden aan de last of geen schaaf- of brandwonden op te lopen. Draag handschoenen, gebruik handgrepen of verpak de last om het risico te beperken.

Gebruik een mechanische hulp die de last of het voorwerp vasthoudt of stabiliseert zodat u zich op het uitvoeren van uw taak kunt concentreren. Bijvoorbeeld rechte staanders die de steunbalk in verticale stand houden.



Verticale stut voor steunbalk



Bij het vervaardigen van wanden in gewapend beton zijn de draadverbindingen gemakkelijker uit te voeren indien er horizontale metalen steunen op de liggers worden geplaatst om de betonstaven vast te houden tijdens de draadverbinding

Horizontale steunen op liggers om de betonstaven te ondersteunen

7. Organisatie van het werk

a) Plan het werk

- ❑ Door de leveringen te spreiden volgens de behoeften, wordt tijdelijke opslag vermeden. Een goede planning voorkomt dat een lastige goederenbehandeling tweemaal moet worden uitgevoerd.
- ❑ De blokken na levering dadelijk opslaan op de plaats waar ze later gebruikt moeten worden: ook dat voorkomt nutteloze goederenbehandelingen.



Opslag van pallets met blokken en gipsplaten vóór elke op te trekken muur

- ❑ Als er al vroeg loopplanken voor definitieve toegang worden geïnstalleerd tussen de verschillende gebouwen van een gebouwencomplex, is het voor de verschillende bouwambachten in de verschillende bouwstadia gemakkelijker zich te verplaatsen.



Vroege plaatsing van loopplanken voor een vlotte toegang

- ❑ Het leggen van vloerbekleding op de verdieping en het versjouwen van de vloerbekleding langs de trappen verloopt gemakkelijker als de vloerbekleding op de benedenverdieping alvast op de goede maat wordt gesneden.

Zulke planning vergt een goede coördinatie en laat zo weinig mogelijk ruimte voor improvisatie. Het plannen is een taak die met succes door de bouwplaatscoördinator kan worden uitgevoerd.

b) Wissel de activiteiten af

- ❑ Door zwaar en licht werk af te wisselen, kunnen spieren die tijdens een bepaalde activiteit sterk worden belast, tijdens de andere activiteit rusten.
- ❑ Als de werknemers ook wat zittend werk krijgen en gelegenheid hebben om hun houding af te wisselen, kunnen hun spieren recupereren en worden niet altijd dezelfde gewrichten en spieren belast.

c) Werk indien nodig met zijn tweeën

Zware activiteiten waarbij geen hefsysteem kan worden gebruikt, zoals het plaatsen van funderingsblokken of van lateien, moeten zo worden georganiseerd dat het werk met zijn tweeën wordt uitgevoerd.

8. Draag persoonlijke beschermingsmiddelen

a) Aangepaste kleding

De kleding mag niet te strak zitten, om bepaalde bewegingen niet te hinderen. De werknemer moet bijvoorbeeld gemakkelijk de knieën kunnen buigen (als dat nodig is om de rug te ontzien)

b) Schoenen en handschoenen

Wie veiligheidsschoenen draagt, beschermt zijn voeten tegen vallende en uitstekende voorwerpen.

Wie handschoenen draagt, beschermt de handen niet alleen tegen allerlei verwondingen, maar heeft - in het geval van antisliphandschoenen - ook een betere grip op de last.

c) Kniebeschermers

Kniebeschermers zijn nuttig om hurkende of knielende houdingen aan te nemen die de rug sparen, maar zonder de knieën pijn te doen. Ze bestaan in de vorm van opgevulde schalen bovenop de broek, of in de vorm van een soort ingewerkte zak op kniehoogte binnen in de broek.



Kniebeschermers met uitwendige schalen



Kniebeschermers met in de broek ingewerkte schalen

9. Zittend werk en computerwerk: zorg voor de nodige aanpassingen

In de volgende paragrafen worden enkele criteria voorgesteld om te beantwoorden aan de ergonomische basisvoorwaarden voor zittend werk (al dan niet aan de computer). Voor wie regelmatig aan de computer werkt, zijn deze adviezen bijzonder nuttig. Wie slechts occasioneel gebruikmaakt van de computer, zal er minder aan hebben.

a) Afstelling van de stoel

In zittende houding, met de heupen gebogen in een hoek van 90°, verliest de wervelkolom haar natuurlijke krommingen: de lendenlordose (hol) is weg of zelfs omgekeerd, de schijven zitten vooraan dichtgeknepen en de achterste ligamenten zijn gerekt. Bovendien is een langdurige zittende houding niet bevorderlijk voor de voeding van de tussenwervelschijven. Een goede kantoorstoel moet diverse verstelmogelijkheden hebben. Die regelingen moeten gebruiksvriendelijk en stevig zijn:

(1) De hoogte van de zitting

Er zijn twee situaties mogelijk:

- ❑ De tafel is verstelbaar in de hoogte: de hoogte van de stoelzitting moet dan zo worden geregeld dat de gebruiker met zijn bovenbenen horizontaal zit, met zijn knieën in een rechte hoek (of in een lichtjes stompe hoek) ten opzichte van zijn romp en met zijn voeten op de grond. De hoogte van de tafel wordt afgesteld op de hoogte van de gebogen ellebogen.
- ❑ De tafel heeft een vaste hoogte: de hoogte van de stoelzitting wordt zo geregeld dat de gebruiker de ellebogen buigt ter hoogte van de tafel bij rechtopgehouden romp. Als de voeten niet op de grond rusten, moet een voetsteun worden gebruikt.

(2) De helling van de zitting

Om de hoek tussen romp en bovenbenen te vergroten (meer dan 90°) en te vermijden dat de achterste bekkenspieren (de bilspieren) de rug rond maken, is het nuttig de zitting van de stoel naar voren te doen hellen. Die schuine stand helpt ook om het bekken naar voren te doen kantelen en de lendenlordose gemakkelijker te behouden.

Voorwaartse helling van de zitting

Als de helling van de zitting niet kan worden geregeld, kan een voorwaarts hellend kussen op de horizontale zitting worden gelegd (zie lager) om het bekken correct naar voren te plaatsen.



(3) Helling van de rugleuning

Niet alleen de regeling van de zittingshelling, maar ook de regeling van de helling van de rugleuning is nuttig om de natuurlijke lendenlordose te helpen handhaven. Hoe groter de hoek tussen bovenbenen en romp (> 90°), hoe gemakkelijker de lendenlordose te handhaven is. Het is dus interessant de rugleuning naar achteren te hellen tijdens activiteiten die dat toelaten (nadenken bijvoorbeeld).

Achterwaartse helling van de rugleuning



De geschikte helling van de zitting en van de rugleuning hangt uiteraard af van het soort werk dat moet worden uitgevoerd. De voorwaartse helling leent zich voor actief werk (schrijven of tikwerk op het toetsenbord bijvoorbeeld), terwijl de zitting horizontaal of zelfs naar achteren moet kunnen worden geplaatst om na te denken of te luisteren (telefoneren bijvoorbeeld).



De helling wordt naar voren ingesteld voor “actieve” taken



De helling van de zitting wordt naar achteren ingesteld voor “passieve” taken

(4) Lendensteun

Die steun is meestal verwerkt in de rugleuning van de stoel, maar kan ook met een gewoon kussen tot stand worden gebracht. Die steun moet ter hoogte van de lendenholte komen, om ten volle te profiteren van het effect van het kussen (behoud van de natuurlijke lordose).

Belang van een lendensteun om de lordose te handhaven



(5) Wissel af van houding

Het is beter niet te lang in dezelfde houding te blijven, zelfs als die houding correct lijkt. De schijven hebben absoluut behoefte aan beweging om zich te voeden. Een onmiddellijk gevoel van comfort (zich laten neerploffen in een divan) kan bedrieglijk zijn: de ongemakken voor de rug steken soms pas later de kop op.

Bij sommige bureaustoelen zijn de helling van de zitting en de helling van de rugleuning dynamisch regelbaar, dankzij de werking van een veer (die eveneens moet worden afgesteld, afhankelijk van het lichaamsgewicht). Zo kan de gebruiker een goede houding behouden in zijn wisselende activiteiten.

Stoelen met een vaste voorwaartse helling zijn alleen geschikt voor aanhoudende actieve taken.

De meeste bedrijfsauto's zijn eveneens uitgerust met een regelbare zittingshelling.

(6) Diepte van de zitting

Bij sommige stoelen is de diepte van de zitting regelbaar. Die diepte wordt het best zo geregeld dat de voorkant van de zitting op ongeveer 4 cm van de knieplooï komt. Zo wordt de knieholte niet tegen de zitting gedrukt en steekt het bovenbeen ook niet te ver uit.

(7) Armsteunen

De armsteunen worden op de hoogte van de elleboog afgesteld. Ze mogen niet te breed zijn, om niet te hinderen bij het plaatsnemen. Ze mogen niet beletten dat de stoel dicht bij de tafel wordt geschoven, dus niet te lang.

b) Pas uw houding aan

We hebben reeds gezien dat we onze rug kunnen beschermen door goed op onze houding te letten. Het is belangrijk voor onze wervelkolom dat we al zittend de lendenlordose behouden. We kunnen dat doen door onze houding aan te passen of door gebruik te maken van “ergonomische” aanvullingen.

(1) Trek bewust de rugspieren samen

Het is helaas moeilijk deze spiercontractie langer dan enkele minuten aan te houden. Vandaar het belang van een goede stoelkeuze voor wie lang aan een stuk zittend werk moet doen.



Vrijwillige samentrekking van de rugspieren om de lendenlordose terug te vinden



Zit met ronde rug



Voorwaarts hellende dij

(2) Laat de bovenbenen naar de voorkant van de stoel hellen

Door de bovenbenen te laten hellen, kantelt het bekken voorwaarts, wordt de hoek tussen bovenbenen en bekken groter en wordt de lendenlordose hersteld zonder de rugspieren te hoeven samentrekken..

(3) Gebruik een hoekvormig kussen

Een driehoekig kussen speelt dezelfde rol als een voorwaarts hellende zitting bij regelbare stoelen. Een driehoekig kussen vormt een eventuele aanvulling op een correcte zithouding, maar de mobiliteit van het bekken en van de lendenwervels is beperkt. Het gebruik ervan wordt dus aanbevolen voor korte periodes van zittend werk.



Driehoekig kussen

c) Zit/sta-stoel

Bij regelmatig gebruik van een staande werkpost kan het interessant zijn te beschikken over een hoge stoel (van het zit/sta-type). Op zulke stoel kun je gemakkelijk van houding veranderen (zitten of staan) en heb je gemakkelijk toegang tot het werkvlak.

Zit/sta-stoel



d) Tafel

De tafel moet diep genoeg zijn om het scherm erop te kunnen plaatsen en een comfortabel zicht te hebben. Voor een beeldbuismonitor wordt een afstand van 90 tot 100 cm aanbevolen. In geval van een flatscreen kan die afstand worden verkort.

De tafel moet langer zijn dan 160 cm om voldoende plaats te bieden voor documenten en randapparatuur.

e) Scherm

De volgende criteria moeten in acht worden genomen:

- ☐ Afstand tussen de ogen en het scherm: 40 tot 80 cm
- ☐ Hoogte van het scherm: het midden van het scherm bevindt zich 20° onder de horizontale zichtlijn (wat voor een scherm van gemiddelde grootte betekent dat de bovenrand van het scherm op ooghoogte komt). Zo moet de nek niet te veel worden uitgestoken of gestrekt.
- ☐ Het scherm moet loodrecht op de buitenvensters staan (om weerkaatsing en verblinding te vermijden).
- ☐ Er moet een afstand van minstens 2 meter zijn achter het scherm (om de ogen te kunnen laten rusten door af en toe in de verte te kijken).
- ☐ Het scherm moet recht tegenover de gebruiker staan (om de nek niet te moeten draaien).



Hoogte van het scherm ten opzichte van de ogen: 20° onder de horizontale zichtlijn

f) Toetsenbord

- ☐ Minstens 10 cm van de rand van het bureau verwijderd (om de polsen af en toe te laten rusten)
- ☐ Recht tegenover de gebruiker
- ☐ Zeer licht hellend (5°) om de polsen niet te veel te belasten

g) Muis

- ☐ Er moet voldoende plaats zijn om de voorarm te laten rusten (eventueel op de armleuning)
- ☐ De muis moet in de as van de schouder worden geplaatst om het gewricht niet te vermoeien
- ☐ De muis moet plat genoeg zijn en moet aangepast zijn aan de grootte van de hand om geen krampen te veroorzaken.

h) Voetsteun

Als de tafel niet in de hoogte verstelbaar is en de gebruiker klein is, kan de gebruiker zijn voeten niet op de grond plaatsen. Het gebruik van een voetsteun is dan noodzakelijk. Die voetsteun moet de volgende kenmerken hebben:

- ☐ Schuin verstelbaar
- ☐ Breed genoeg om de twee voeten te ondersteunen en beweging mogelijk te maken
- ☐ Tot 20 cm in de hoogte verstelbaar

Voetsteun



i) Documenthouder

Plaats vlakbij het scherm een documenthouder. Zo blijft de leesafstand constant en vermijd je heen-en-weerbewegingen van het hoofd.

10. Preventie van trillingen

a) Goede voertuigkeuze

De trillingskenmerken van het voertuig zijn een element waarmee zeker rekening moet worden gehouden bij de aankoop. De verkoper kan er informatie over geven, net zoals hij informatie geeft over het motorvermogen. De website <http://umetech.niwl.se/vibration> biedt informatie over de trillingswaarden aan boord van verschillende types van voertuigen

Ook de volgende kwaliteiten zijn van belang.

- ☐ De afmetingen van de bestuurderscabine moeten in overeenstemming zijn met de gestalte van de bestuurder.
- ☐ Er moet voldoende afstand zijn tussen het dak van de bestuurderscabine en de zitting van het voertuig (om niet met het hoofd tegen het plafond te botsen).

Onvoldoende afstand tussen het hoofd van de bestuurder en het dak van de cabine



- ☐ Voldoende zichtbaarheid: vermijd dat de bestuurder zich in allerlei bochten moet wringen om een behoorlijk zicht te hebben.
- ☐ Hendels en hefboomen probleemloos toegankelijk
- ☐ Goed zichtbare lampjes en schermen
- ☐ De ophanging van de cabine moet een doeltreffende mechanische vering met lage frequentie zijn (vermijd elastomeren, die doorgaans weinig doeltreffend zijn).

b) Kies goed uw stoel

De stoelen kunnen een mechanische of een pneumatische ophanging hebben. Bij pneumatische ophangingen wordt de dempingsgraad automatisch aangepast aan het gewicht van de bestuurder. Ongeacht het type ophanging waarvoor wordt gekozen, moet er altijd op worden gelet dat de stoel aangepast is aan het voertuig. Sommige onaangepaste stoelen kunnen de trillingen immers versterken in plaats van ze te dempen.



Stoel met pneumatische ophanging



Stoel met mechanische ophanging



*Stoel zonder ophanging
(goed voor het museum)*

De criteria bij de keuze moeten zijn:

- ☐ Voldoende plaats onder het stuur (een vuist tussen stuur en bovenbenen)
- ☐ Voldoende brede zitting (om te kunnen bewegen op de stoel)
- ☐ Bedekt met slipwerend materiaal (om niet te schuiven)
- ☐ Hoogte van de rugleuning moet aangepast zijn aan de taak (niet te hoog als de bestuurder zich vaak moet omdraaien)
- ☐ Schuimrubber van de rugleuning mag niet te hard zijn, om de trillingen te dempen
- ☐ De armsteunen moeten in de hoogte regelbaar en wegklapbaar zijn, om de toegang tot de bestuurderspost niet te hinderen
- ☐ De stoel moet voorzien zijn van gemakkelijke, goed bereikbare en eenvoudige verstelsystemen voor:
 - ☐ de helling van de rugleuning
 - ☐ de lendensteun
 - ☐ de vooruit-achteruitstand van de stoel
 - ☐ de stoelhoogte
 - ☐ en dat afhankelijk van het gewicht (voor mechanische stoelen)



Enkele afstellingen van de stoel

c) Onderhoud het materiaal

- ☐ Controleer de staat van de voertuigonderdelen, zoals de stoel, de cabine- en chassisophanging, en smeer waar nodig.
- ☐ Vervang doorgezakte stoelen: de levensduur van de stoel is vaak korter dan die van het voertuig.

d) Houd de staat van het terrein in het oog

De intensiteit van de trillingen zal sterk dalen door het terrein in de buurt van de bouwplaats te nivelleren.

e) Let op de kwaliteit van de luchtbanden

Een juiste bandenspanning vermindert de trillingen die op de bestuurderscabine worden overgebracht. Onvoldoende of te hard opgeblazen banden daarentegen kunnen die trillingen verhogen.

f) Stel uw stoel goed af en pas uw houding aan

De stoel moet worden afgesteld afhankelijk van:

- ❑ het gewicht van de bestuurder: het is belangrijk de stoel ergens halverwege de regelmogelijkheden af te stellen, om te vermijden dat hij tegen de aanslag slaat (bij pneumatische stoelen gebeurt die verstelling automatisch).



Verschillende soorten afstellingen van de stoel afhankelijk van het gewicht van de bestuurder

- ❑ de lengte van de benen: de zitting moet de bovenbenen optimaal ondersteunen, en mag geen punten van overdruk creëren:
 - a. als de zitting te kort is, is er te veel druk halverwege de bovenbenen
 - b. als de zitting te lang is, is er te veel druk aan de achterkant van de knieën.

De binnenhoek van de knieën moet ongeveer 110° bedragen. De bovenbenen zijn horizontaal of hellen licht naar voren om de lendenlordose gemakkelijker te handhaven.

De lengte van de stoel moet het gemakkelijk uitstappen toelaten.

- ❑ de romphoogte: de hoogte en de helling van de stoelleuning moeten juist worden afgesteld, om een goede lendensteun te combineren met de nodige bewegingsruimte. Dat is met name belangrijk om zich gemakkelijk te kunnen omdraaien.
- ❑ de activiteit: bij actief werk dat opletendheid vergt, is het beter de stoelzitting naar voren te kantelen om de lendenlordose te behouden. Die wijziging van de stoelzitting bevordert ook afwisseling van de houding ter hoogte van de onderkant van de lendenkolom en vermijdt aldus de ongemakken van een te statische positie.
- ❑ de toegankelijkheid van de bedieningen

Zitting voorwaarts afgesteld (om gemakkelijker de lendenlordose te behouden)



g) Zorg voor afwisselend werk

Afwisseling tussen zittend en staand werk beperkt de gevolgen van trillingen op de wervelkolom tot een minimum. In sommige omstandigheden is het niet altijd simpel de activiteiten in de loop van een werkdag af te wisselen, maar die voorzorgsmaatregel vermindert aanzienlijk de blootstelling aan trillingen.

De trillingsamplitude mag niet meer bedragen dan 1,15 m/sec² gedurende 8 uur. Maar zodra de waarden 0,5 m/sec² bereiken, moeten preventieve maatregelen worden genomen. Gespecialiseerde ergonomen kunnen u aan de hand van een geavanceerd toestel vertellen hoeveel de trillingswaarde van een voertuig bedraagt. Bij ontstentenis kunt u de trillingswaarden opzoeken in de technische gegevens van het voertuig, om het approximatieve risico in te schatten.

Geregeld een pauze en stretchoefeningen inlassen voor wie lange tijd achter het stuur moet zitten, of een beurtrol organiseren met een collega, zijn eveneens nuttige tips om de trillingsbelasting wat te verminderen.

Aangezien een hoge rijsnelheid de trillingsimpact sterk verhoogt, is het raadzaam om bij wijze van voorzorg sterk vaart te minderen bij het naderen van hindernissen.

h) Uit het voertuig stappen

Je kunt beter niet uit de bestuurderscabine springen. Bij het neerkomen is er (zelfs als je door de knieën buigt om de schok te dempen) een drukpiek die gevaarlijk is voor de tussenwervelschijven (en die hebben het al zwaar genoeg te verduren tijdens de rit). Trede voor trede uitstappen duurt wat langer, maar bespaart veel pijn achteraf. Als je het voertuig uit springt, is er ook een groot risico van enkelverzwikking bij het neerkomen..



Uit het voertuig springen: een risico voor de tussenwervelschijven en de gewrichten van de onderste ledematen



Trede per trede naar beneden komen: veiliger voor de gewrichten

B. Te onthouden

Bij de preventie van lage rugpijn zijn tal van factoren betrokken. In het beste geval moeten de risicofactoren worden weggenomen, en als dat niet kan, moeten ze worden beperkt.

Die preventieve oplossingen kunnen betrekking hebben op:

☐ de afmetingen van de werkpost

- ☐ de hoogte van het werkvlak aanpassen aan:
 - ☐ de lengte van de gebruiker
 - ☐ het type uitgevoerde werk
 - ☐ precisiewerk
 - ☐ licht werk
 - ☐ zwaar werk
- ☐ zorgen voor toegangsruimte tot de bouwplaats en het werkvlak

☐ het opslaan van de lasten

- ☐ gebruik vaste of in hoogte verstelbare verhogers
- ☐ de hoogte van het opslagmeubilair aanpassen aan:
 - ☐ de gebruiksfrequentie
 - ☐ het gewicht van de last

☐ het verplaatsen van de lasten

- ☐ gebruik technische hulpmiddelen
- ☐ gebruik aangepaste goederenbehandelingsmachines

☐ de kenmerken van de last

- ☐ beperk het gewicht
- ☐ beperk het volume
- ☐ zorg voor een gemakkelijke greep

☐ de werkorganisatie

- ☐ plan het werk
- ☐ wissel regelmatig van houding
- ☐ las momenten in om weer op krachten te komen

☐ het dragen van persoonlijke beschermingsmiddelen

- ☐ schoenen
- ☐ kniebeschermers

☐ de eventuele werkposten voor zittend werk

- ☐ stel de stoel goed af
- ☐ corrigeer uw zithouding
- ☐ pas de andere elementen aan
 - ☐ tafel
 - ☐ scherm
 - ☐ toetsenbord en muis
 - ☐ voetsteun

☐ de trillingen van de voertuigen

- ☐ houd bij keuze van voertuig en stoel rekening met:
 - ☐ de gebruikers
 - ☐ de trillingen
- ☐ niveleer de omgeving van de bouwplaats
- ☐ onderhoud de stoelen en dempingssystemen en vervang ze indien nodig
- ☐ stel de stoel af rekening houdend met de bestuurder
 - ☐ zijn gewicht
 - ☐ zijn lengte
 - ☐ de activiteit

C. Preventie thuis en in de vrije tijd

1. De goede houdingen

a) Uit bed komen

De matrasdrager moet beweegbaar zijn en de matras moet voldoende soepel zijn voor een homogene verdeling van de contactpunten in de verschillende zones van het lichaam en met name van de wervelkolom.



De stappen om op te staan

b) Tanden poetsen

De hoogte van de wasbak moet aangepast zijn aan de lengte van de gebruikers. Zo kan je rechtop je tanden poetsen. Je kunt de wasbak op de goede hoogte zetten voor de grootste gebruiker en voor de kleinsten een krukje gebruiken om hen niet te benadelen. Is de hoogte niet aangepast, neem dan steun vóór u, met behoud van de lendenlordose.



houding met behoud van de lendenlordose en steunname

c) Veters strikken

Slechte houding



Goede houdingen om veters te strikken



Te vermijden variant



d) Vegen en stofzuigen

Als de steel niet aangepast is aan uw lengte, buig dan de knieën en/of behoud de lendenlordose om uw rug te beschermen (idem om de stekker in het stopcontact te steken of uit te trekken).



Slechte houdingen om te vegen en te stofzuigen



Goede houdingen om te vegen en te stofzuigen

Bij het ontwerpen van de elektrische installatie is het goed te voorzien in enkele stopcontacten op ongeveer 1 meter hoogte. Zo moet je niet systematisch bukken (of door de knieën buigen) om de stekker in te steken.



Slechte houding om de stofzuigerstekker in te steken

Goede houding om de stekker van de stofzuiger in te steken

e) Iets uit de koelkast nemen



slechte houding



Juiste houdingen: de persoon buigt de knieën en zoekt vóór zich een steun



f) Vanuit zit een dossier uit de lade of aktentas halen



Tegelijk vooroverbuigen en de rug draaiën: hoog risico voor de rug



Juiste houdingen: zonder rugrotatie en met steun nemen vóór de romp



g) In of uit de auto stappen

Om in de auto te stappen zonder je in bochten te wringen, ga je het best eerst zitten en draai je je daarna op de stoel om ook de benen in de passagiersruimte te brengen. Om uit te stappen, ga je omgekeerd te werk.



Slechte houding om in of uit de auto te stappen



Goede houding: de romp, het bekken en de benen pivoteren tegelijk

h) De hond strelen



Slechte houding om de hond te strelen



Juiste houding: gebogen knieën



Je kunt de hond ook “ergonomisch dresser” om op een stoel te springen voor een aai

i) Wieden



Houding die zoveel mogelijk te vermijden is



Aanbevolen houdingen: met gebogen knieën, op handen en voeten, met steun zoeken vóór u



j) De boekentas van de schoolgaande jeugd

We maken van de gelegenheid gebruik om erop te wijzen dat preventie begint in de kindertijd. We moeten onze kinderen stimuleren om van jongs af aan aandacht te hebben voor hun rug.

De boekentas zou niet meer mogen wegen dan 15% van het gewicht van het kind. Het is dus onontbeerlijk om in overleg met de leerkracht de boeken en schriften te selecteren die nodig zijn voor de betrokken dag.

Een goed aangepaste en niet te zware boekentas



k) Stimuleer van kindsbeen af

Het is interessant om kinderen vanaf prille leeftijd te stimuleren om hun rug te beschermen. Speel met hen spelletjes waarbij ze hun papa en mama nadoen om hun rug te beschermen – voor iedereen een goede oplossing. Het kleine grut zal papa en mama met plezier herinneren aan hun goede raad als ze die eens zelf in de wind slaan.



Moedig kinderen aan hun rug te beschermen bij het spelen, leren, opruimen, schoonmaken

2. Pas het huismeubilair aan

Je kunt ergonomische aanpassingen of meubelaanpassingen in huis halen:

- ☐ Bezem en stofzuiger met uitschuifbare steel
- ☐ Linnenmand met intrekbare voetjes



*Zo moet je je niet
odeloos bukken om
het linnen uit de mand
te nemen*

*Bezem met steel die aan de lengte van de persoon kan
worden aangepast*

- ☐ Pas de werkvlakhoogte aan de gebruikers aan



**Werkvlak op te lage hoogte:
85 cm voor iemand van 185 cm**

**Werkvlakken op de juiste hoogte:
100 cm voor iemand van 185 cm**



- ☐ Zet de droogkast en de wasmachine op een verhoog

3. Lichaamsbeweging

Lichaamsbeweging wordt unaniem beschouwd als goed voor de gezondheid. Ook in het kader van preventie van lage rugpijn is het nuttig de lichamelijke conditie op een goed peil te houden en te verbeteren. Een bouwvakker leidt natuurlijk zeker geen zittend leven, maar het is toch nuttig te letten op een goed evenwicht tussen de verschillende aspecten van de fysieke conditie: met name de combinatie van kracht en lenigheid, dankzij geschikte lichaamsbewegingen.

a) Effecten van lichaamsbeweging

Directe of indirecte effecten op de rug zijn onder meer:

(1) Voeding van de tussenwervelschijf

Zoals wij hebben gezien, heeft de tussenwervelschijf beweging nodig om zich te voeden. Afwisseling in de lichaamshouding en in de positie van de wervelkolom speelt een grote rol in de vochtopname en -afgifte van de tussenwervelschijf. Afwisseling tussen zitten en staan en lichaamsbewegingen dragen eveneens bij tot de voeding van de tussenwervelschijf en gaan veroudering van de schijf tegen.

(2) Verbetering van het fysieke kunnen

- ☐ Soepele gewrichten en soepele spieren zijn belangrijk om ongevallen zoals verrekking en peesontsteking te vermijden en om gemakkelijker een goede houding te vinden bij het hanteren van lasten in overvolle of enge ruimten.
- ☐ Spierkracht is belangrijk om de rugspieren te versterken en om gemakkelijker zware lasten op te tillen met behulp van de bovenbenen. Het evenwicht tussen de tonus van de verschillende spiergroepen is belangrijk om onevenwichtige houdingen te vermijden. De kracht van de buikspieren moet bijvoorbeeld in verhouding staan tot die van de rugspieren. Hetzelfde geldt voor de soepelheid van de spieren: sterke spieren moeten ook soepel zijn, om overbodige spanningen te vermijden.
- ☐ Het uithoudingsvermogen van de spieren.

(3) Vermindering van de stress

Lichaamsbeweging en sport kunnen een uitlaatklep zijn voor overtollige energie of overmatige spanning. Een ontspannende activiteit neemt stress en angst weg. De activiteit moet wel vrij zijn van competitiedruk om de dagelijkse zorgen echt te verdrijven.

Regelmatige lichaamsoefening bevordert de afscheiding van zogenoemde endorfines. Dat zijn hormonen die een gevoel van welbevinden geven en ook de pijngewaarwording verminderen.

(4) Controle van het lichaamsgewicht

Regelmatige lichaamsbeweging in combinatie met verandering van de voedingsgewoonten (meer kwaliteit en minder kwantiteit), verhoogt het calorieverlies en helpt problemen met overgewicht oplossen.

(5) Bescherming van het cardiovasculair systeem

Regelmatige lichaamsbeweging stimuleert en versterkt het hart, waardoor het beter bestand is tegen kransslagaderaan- doeningen.

(6) Betere heling van de weefsels

Beweging stimuleert de bloedsomloop en dat zorgt voor een snellere heling van de weefsels, inclusief de tussenwer- velschijf.

Bovengenoemde zes redenen om regelmatig aan lichaamsbeweging te doen, dragen rechtstreeks of onrechtstreeks bij tot de preventie van rugaandoeningen of helpen op zijn minst de gevolgen ervan te verzachten.

b) Tips voor lichaamsbeweging

Je kunt je fysieke conditie niet op peil houden of verbeteren met sporadische of slecht uitgevoerde oefeningen. Je moet dan ook een aantal criteria in acht nemen:

(1) Regelmaat

Tweemaal een uur lichaamsbeweging per week lijkt een must. Maar drie korte sessies van 20 minuten, gespreid over een week, zijn beter dan één lange sessie van één tot twee uur. Kleine stretchoefeningen kun je zelfs op de werkplek doen.

(2) Geleidelijkheid

Wil uzelf niet overtreffen na twee trainingsbeurten. Loop niet te hard van stapel met de lichaamsbeweging: laat uw lichaam wennen aan de nieuwe belasting. Beginnende lopers doen er beter aan de duur van het lopen geleidelijk op te voeren en het lopen af te wisselen met eindjes stappen.

(3) Spieren losmaken en opwarmen

De spieren moeten voor alle bewegingen zo ontspannen mogelijk zijn. De warming-up – die vaak wordt vergeten – helpt spierverrekkingen en spierscheuren vermijden. Die warming-up bestaat uit een cardiovasculaire opwarming (voor het hart) en een spieropwarming in de vorm van lenigheidsoefeningen. Stretchen na de training helpt spierkramp voorkomen, verbetert de recuperatie en houdt de spieren soepel.

(4) Technische verbetering

Streef naar bewegingskwaliteit en vermijd technisch slecht uitgevoerde bewegingen. Het advies van een sportspecia- list (leraar lichamelijke opvoeding of kinesitherapeut) is zeker niet overbodig.

(5) Goed materiaal

Gebruik kwaliteitsmateriaal dat aangepast is aan de beoefende sporttak en aan uw lichaamsbouw. Die aanbeveling geldt vooral voor het schoeisel, dat aangepast moet zijn aan het type activiteit. Joggingschoenen zijn niet geschikt voor tennis en vice versa. Loop bij voorkeur op losse grond (in het bos bijvoorbeeld).

(6) Aangepaste voeding en hydratatie

Je moet regelmatig water drinken om het vochtverlies (dat vooral het gevolg is van zweten) te compenseren. Bij hitte voeg je het best zout toe aan het water. Laat ook voldoende tijd tussen de maaltijd en de lichaamsactiviteit. Een ener- giekoekje kan welkom zijn om een eventuele flauwte tijdens de lichaamsoefening op te vangen.

c) Welke sport beoefenen?

Uithoudingssporten hebben een positieve impact op de rug. Er is keuze tussen lopen, joggen, zwemmen of fietsen. Fitness onder begeleiding van kinesitherapeuten blijkt een kostbare hulp om de algemene lichaamsconditie te verbe- teren en om te werken aan de parameters die nodig zijn voor een gezonde rug.

Vechtsporten zoals bijvoorbeeld boksen, judo of martiale kunsten, racketsporten zoals tennis of squash en ploegspor- ten zoals voetbal of basketbal houden een potentieel risico in voor iemand met een verzwakte rug. Als die sporten ech- ter verstandig worden beoefend (dit is na warming-up, in goede lichamelijke conditie, met de juiste techniek en zon- der overdreven competitiegeest), kunnen zij de gezondheid van de beoefenaar zeer ten goede komen.

d) Lenigheidsoefeningen (stretching)

Deze eenvoudige oefeningen kunnen na elkaar of op verschillende momenten van de dag worden gedaan. Neem de principes van het stretchen in acht:

- ☐ rek de spieren geleidelijk
- ☐ voer de oefeningen ongedwongen uit, ga niet te ver in het rekken: goed stretchen doet niet per se pijn.
- ☐ houd de stretchhouding ongeveer 20 seconden aan en vermijd schokkende bewegingen



e) Spierversterkende oefeningen

Tijdens spierversterkende oefeningen is het belangrijk de ademhaling niet te blokkeren, om overbelasting van hart en bloedvaten te vermijden. De regel is eenvoudig: blaas uit tijdens de inspanning. Deze oefeningen kunnen in drie reeksen van 15 herhalingen worden uitgevoerd. Daarna kun je de reeksen en herhalingen uitbreiden naarmate je vooruitgang boekt.



Versterking van de buikspieren



Versterking van de dijspieren



Versterking van de rug- en schouderspieren



Versterking van de borstspieren en de triceps (schouderpij - achterkant bovenarmen)



f) Oefeningen om de rug los te maken

Het kantelen van het bekken door achtereenvolgens de buikspieren, de bilspieren en dan de lendenspieren samen te trekken, draagt eveneens bij tot het voeden van de tussenwervelschijven en helpt ook verkrampte spierstructuren losmaken. Je kunt de oefening (bekken kantelen en buigen-strekken van de wervelkolom) uitvoeren in rugligging, zittend of rechtopstaand.



Bewegingsoefeningen voor de wervelkolom in zit



Bewegingsoefeningen voor de wervelkolom liggend



Bewegingsoefeningen voor de wervelkolom op handen en voeten

4. Omgaan met stress

a) Denk aan iets anders, zoek verstrooiing

Als de rugpijn zelf de bron van stress is, moet je vermijden dat de pijn een obsessie wordt. Blijf actief, gun uzelf voldoende momenten van ontspanning (doe aan sport, spreek af met vrienden...). Dat leidt de aandacht af van de pijn..

b) Relaxen

Relaxatie helpt de pijn te bestrijden: relaxatie helpt de vicieuze cirkel van stress (spiersamentrekking), dus ook van pijn te doorbreken. Relaxen is zich bewust worden van het feit dat de spieren gespannen zijn door de stress en die stress proberen te controleren, te verminderen en zelfs weg te nemen.

Enkele nuttige tips:

- ☐ Ga languit op de rug in een comfortabele houding liggen, met de ogen dicht. Als u liever met gebogen benen ligt, leg ze dan op een dik kussen of een stoel.



- ☐ De eenvoudigste methode is de volgende. Span de spieren gedurende 3 seconden licht aan, spiergroep per spiergroep, en ontspan ze daarna volledig. Herhaal dit 2 of 3 keer voor elke samentrekking.
- ☐ Concentreer u op uw ademhaling, zoals bij yoga en andere methodes die gericht zijn op ontspanning (sofrologie, eutonie...): let erop dat u vanuit de buik ademt en niet vanuit de ribben).

8. Bijlagen

A. Specifieke bewegingen en houdingen om lasten te hanteren

1. Algemene principes

a) Denk eerst na

- ☐ Denk na hoe u de beweging het best uitvoert
- ☐ Loop vooruit op de moeilijkheden die zich zullen voordoen bij het verplaatsen van de last
- ☐ Ga op zoek naar eventuele hulpmiddelen om de beweging te vergemakkelijken
- ☐ Verwijder de hindernissen die de beweging kunnen belemmeren.

b) Verkort de afstand

- ☐ Verkort de afstand tussen last en wervelkolom
- ☐ Verminder de voorwaartse helling van de romp
- ☐ Plaats u in het verticale vlak op de goede hoogte

c) Handhaaf de natuurlijke uitlijning van de wervels

De wervelkolom vertoont drie natuurlijke krommingen, waaronder de lendenlordose. Die drie krommingen bepalen de uitlijning van de wervels, waarbij de druk evenwichtig verdeeld blijft op de volledige tussenwervelschijven.

- ☐ Om dat evenwicht te handhaven, moeten de natuurlijke krommingen worden behouden wanneer je risicohoudingen aanneemt.
- ☐ De natuurlijke uitlijning van de wervels wordt ook gekenmerkt door afwezigheid van rotatie. Schouder- en bekkenvlak blijven parallel.

2. De verschillende technieken

a) Last met twee handgrepen

Het hanteren van de last gebeurt in vier stappen (de uitleg geldt voor iemand die rechtshandig is):

Uitgangspositie: voeten vlak voor de **lange zijde** van de last

1. Plaats de rechtervoet vooruit
2. Zet de linkervoet opzij
3. Buig de knieën (90°) en neem de handgrepen vast
4. Strek de knieën



Hanteren van een last met twee handgrepen

Juiste uitgangspositie



b) Last zonder handgreep

Het hanteren van de last gebeurt in 5 stappen (uitleg geldt voor rechtshandig iemand):

Uitgangspositie: voeten vlak voor de lange zijde van de last

1. Plaats de rechtervoet vooruit
2. Zet de linkervoet opzij
3. Buig de knieën (90°), leg de rechterhand op de voorste rechterhoek en de linkerhand op de achterste linkerhoek
4. Kantel de last naar voren en plaats de linkerhand onder de achterste linkerhoek
5. Strek de knieën



Hanteren van een last zonder handgreep

Twee mogelijke standen van handen en voeten (handen aangeduid met groen en geel bolletje)



c) Last met handgreep

Het hanteren van de last gebeurt in 4 stappen (uitleg voor rechtshandige):

Uitgangspositie: voeten vlak voor de lange zijde van de last (vóór de last in het geval van een ronde last)

1. Zet de rechtervoet naar voren en dan opzij
2. Zet de linkervoet naar voren en dan opzij
3. Buig de knieën (90°) en grijp de handgreep vast, terwijl u met de andere hand op uw bovenbeen steunt
4. Strek de knieën en balanceer de last naar voren en opzij (om te vermijden dat ze het strekken van de benen belemmert)



Te vermijden houding



Hanteren van een bus met handvat



Hanteren van een gereedschapstas met handgreep en van een emmer



Voeten parallel geplaatst, om de last te omringen



Slechte positie om zich te verplaatsen met een last in de hand



Goede positie om zich te verplaatsen met een last in de hand

d) Blok

Een zwaar en volumineus blok moet worden gehanteerd met dezelfde techniek als een last zonder handvat (zie hoger). Als de blokken minder omvangrijk zijn of met één hand kunnen worden gegrepen, lijkt de techniek op deze die wordt gebruikt voor een last met één handvat.



Hanteren van een blok, terwijl één hand voorwaarts steunt op het bovenbeen



Een blok hanteren met twee handen

e) Zak

Het hanteren gebeurt in 6 stappen (uitleg voor rechtshandige):

Uitgangspositie: voeten tegenover de lange kant van de last

1. Spreid rechter- en linkervoet
2. Buig de knieën (90°) en grijp de zijkanten van de zak vast
3. Zet de zak rechtop terwijl u de knieën strekt
4. Draai de zak (naar links) en kantel hem naar voren terwijl u de voeten naar voren brengt
5. Grijp de achterste hoek (onderaan) met de linkerhand (de rechterhand blijft op de bovenhoek vooraan)
6. Strek de knieën terwijl u de rechterhand omhoogtrekt (zoals om een grasmaaier te starten)



Hanteren van een zak

Close-up van de positie van de handen

Positie van de voeten en de handen (geel) in de eerste fase



Positie van de voeten en de handen (geel) in de tweede fase





Hanteren van een zak die op een pallet ligt

f) Gasfles

Kantel net als bij het optillen van de zak de gasfles naar voren en plaats u verticaal ten opzichte van de gasfles: twee voorwaarden om de druk op de wervelkolom te beperken.



Hanteren van een gasfles

g) Staaf of zware balk

Laat het midden van de staaf (buis, balk,...) bovenaan op de dij rusten nadat u haar in een hoek van 45° ten opzichte van de grond hebt gebracht. Nu kunt u de staaf horizontaal brengen zonder dat u zich met de armen of de rug hoeft in te spannen.

Het hanteren gebeurt in 4 stappen (uitleg voor rechtshandige):

Uitgangspositie: voeten tegenover één kant van de staaf (gespreid overeenkomstig bekkenbreedte)

1. Buig de knieën (90°) en grijp de staaf vast
2. Strek de knieën
3. Schuif langs de staaf op tot het midden van de staaf (het lastzwaartepunt) en laat de andere kant op de grond liggen (de staaf moet zich in een hoek van ongeveer 45° met de grond bevinden)
4. Plaats met gebogen knieën het midden van de staaf bovenaan op de dij
5. Laat de staaf vanzelf horizontaal komen door de werking van de zwaartekracht
6. Strek de knieën, terwijl u de staaf met de handen vasthoudt aan weerskanten van haar middelpunt.

Variant:

Na punt 3:

4. Richt de staaf op en laat het midden van de staaf neerkomen op de bovenkant van uw dij, terwijl u de knieën buigt.
5. Laat de staaf vanzelf horizontaal komen door de werking van de zwaartekracht.
6. Strek de knieën terwijl u de staaf met de handen vasthoudt aan weerskanten van haar middelpunt.



Te vermijden houdingen



Hanteren van een zware balk

Stand van de voeten en de handen in het begin van de techniek



h) Stut

De gebruikte techniek is identiek met de techniek voor het optillen van een zware balk of staaf.



Oprichten van een stut

i) Volumineus pak (isolatieplaten)

Net als bij het hanteren van een zak moet u de voeten naast elkaar tegenover de lange zijde van het pak plaatsen. Wegens het grote volume moet u het pak echter zijwaarts kantelen om zo dicht mogelijk bij de last te kunnen komen.



Rechtzetten van een pak isolatieplaten

Het kantelen, in vooraanzicht



j) Rol

Zet de rol overeind en kantel haar op haar zijkant. Laat het midden van de rol op de dij steunen, zodat ze horizontaal draait, en neem ze dan vast met beide handen.



Rechtzetten van een rol

k) Pallet

Spread de voeten en laat de hand vrij voor steunname op uw dij om uw rug te verlichten.



Te vermijden houding

Hanteren van een pallet



Stand van de voeten



l) Gebruik van een spade of schop

Gebruik uw lichaamsgewicht om de schop onder de op te heffen materie te steken. De beweging wordt vergemakkelijkt door de steel op het voorste bovenbeen te laten steunen.



Te vermijden houding



Houdingen bij het gebruik van een schop



m) Gebruik van een houweel

Door de lordose te behouden, verminder je het risico, maar neem je het risico niet weg. Wissel het werk af: dat is belangrijk om de spieren te laten rusten en de rug te beschermen.



Juiste houdingen bij het gebruik van een houweel



Slechte houdingen bij het gebruik van een houweel

n) Een zak in een kruiwagen plaatsen

Zeer belangrijk is dat je de kruiwagen dicht nadert. Let er ook op de knieën lichtjes te buigen en de lordose te handhaven.



Goede houding om een zak in een kruiwagen te leggen

o) Een kruiwagen duwen

Buig de knieën en richt de bovenbenen dan op terwijl u een stap naar voren zet: zo profiteert u van uw lichaamsge-
wicht om de kruiwagen voorwaarts te bewegen.



Houding bij het verplaatsen van een kruiwagen

p) Een lange staaf betonijzer oprichten

Sta als uitgangspositie tegenover een van de uiteinden van de staaf. Je kunt de staaf ofwel op de schouder ofwel tegen de heup dragen.



Houdingen bij het overeind zetten van betonijzer

q) Korte betonijzers oprichten

Houdingen bij het overeind zetten van betonijzers



r) Een ladder overeind zetten

Belangrijk is dat je één van de ladderuiteinden blokkeert op niet-schuivende ondergrond of door hem tegen een aanslag te laten rusten.



Houdingen bij het overeind zetten van een ladder

s) Een last optillen met twee

Een last die te groot of te zwaar is om door één persoon te worden opgetild, kan met minder risico door twee personen worden gehanteerd. De algemene principes van het hanteren van lasten moeten worden nageleefd, maar ook de coördinatie tussen de personen is belangrijk. Eén persoon moet de beweging organiseren. Op het afgesproken signaal van die persoon wordt de beweging dan gestart.



Hanteren van een last met startsein: klaar - HOP

t) Een voorwerp uit een metalen kist heffen

Als het niet absoluut nodig is het voorwerp met beide handen vast te grijpen, is de vrije hand erg nuttig om steun te zoeken op de rand van de kist. Het slingereffect van het naar achteren gezwaaide been is een optionele hulp om weer recht te komen.



De man zoekt vóór zich een steunpunt op de rand van de kist



De man neemt steun vóór zich en gebruikt zijn achterste been als slinger

u) Een zak uit een aanhangwagen tillen

Laat de zak verticaal tegen de zijwand van de aanhangwagen steunen om hem met een minimale inspanning te doen pivoteren. Leg de zak in een tussenstap dwars op de bovenbenen.





Een zak uit een aanhangwagen halen

v) Een last op een steun plaatsen die hoger komt dan de dijen

Geef de last een opwaartse zwaaibeweging met de dij om hem op het hogere niveau te plaatsen.



Opstapelen van blok



Opstapelen van palletten tot een hoogte van 3 tot 4 stuks

w) Grip op de last verbeteren

Laat de last tussentijds dwars op de gebogen dijen steunen om van greep te kunnen veranderen.

Die techniek kan ook worden gebruikt om een zware last steviger vast te grijpen of om een breekbare last na verandering van greep op een hoogte te zetten.



Houding om de greep op een last tijdens het hanteren te verbeteren

B. Te onthouden

Om de rug te beschermen dankzij juiste houdingen, moeten we drie grote principes in acht nemen:

- ☐ Eerst nadenken, dan doen
- ☐ Verkort de afstanden
- ☐ Behoud de natuurlijke krommingen van de wervelkolom (lendenlordose)

Nog enkele nuttige aanvullende regels

- ☐ Houd de armen gestrekt
- ☐ Zet de voeten plat
- ☐ Blaas uit tijdens de inspanning van het optillen
- ☐ Plaats de handen en de armen tussen de benen
- ☐ Pas de snelheid waarmee u de last optilt, aan
- ☐ Gebruik vóór u een steunpunt met de eventuele vrije hand

Het hanteren van een last die op de grond ligt, gebeurt in drie stappen:

- ☐ Rond de last staan, de last omringen
- ☐ De natuurlijke krommingen van de wervelkolom handhaven
- ☐ De knieën buigen (maximaal 90°)

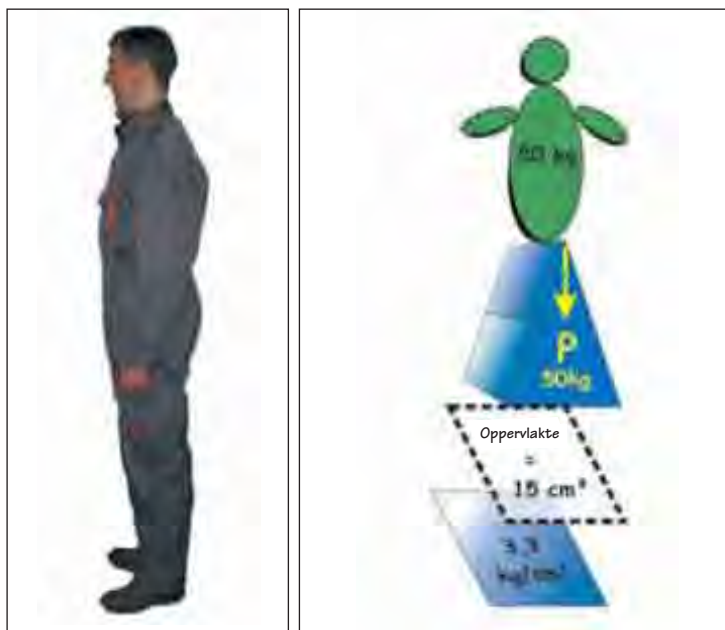
C. Aanvullende uitleg over de druk op de lumbale tussenwervelschijven

1. In rechtopstaande houding

Op gevaar af ons bloot te stellen aan de kritiek van wetenschappers die de in de natuurkunde gebruikte overeenkomsten respecteren als ze het hebben over gewicht, massa en druk, hebben wij de waarden van gewicht en druk in kilogram en kilogram per vierkante centimeter uitgedrukt in plaats van in newton en newton per vierkante meter of pascal. Wij hebben dat gedaan om het voor zoveel mogelijk mensen verstaanbaar te houden. Ik hoop dat zij ons dat gebruik van gewone termen niet kwalijk nemen

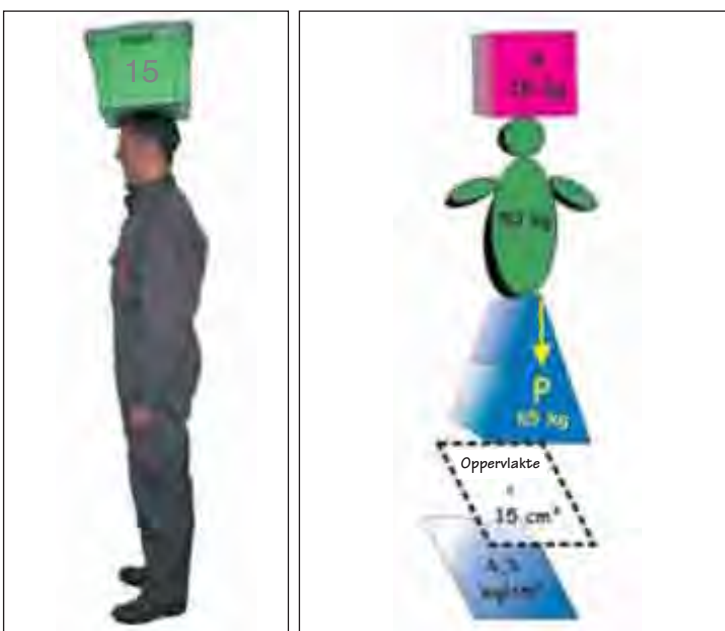
De druk op de onderste lumbale tussenwervelschijf (L5-S1) in rechtopstaande houding wordt beïnvloed door het gewicht van romp, hoofd, armen en schouders, wat ongeveer 2/3 van het totale gewicht uitmaakt. Zo bedraagt de druk op de laatste lendenwervel bij iemand van 75 kg ongeveer **50 kg**.

Die druk wordt verdeeld over het oppervlak van de tussenwervelschijf, ongeveer 15 cm^2 . Om de druk per vierkante centimeter te berekenen, volstaat het de druk (50 kg) te delen door de oppervlakte (15 cm^2). Dat geeft de volgende uitkomst: **$3,3 \text{ kg/cm}^2$** (of hectopascal). Dankzij die berekening kunnen we ons de druk op elke vierkante centimeter van de tussenwervelschijf voorstellen als een druk op de oppervlakte van een vingertop.



2. Met een last van 15 kg op het hoofd

Als de last goed verticaal op de onderste tussenwervelschijven rust, wordt de druk berekend door het gezamenlijke gewicht van romp-hoofd-armen op te tellen bij het gewicht van de last: $50 \text{ kg} + 15 \text{ kg} = 65 \text{ kg}$ (dit is $4,3 \text{ kg/cm}^2$)



3. Met een last van 15 kg in de handen

Het vastnemen van een last die zich vóór de wervelkolom bevindt, veroorzaakt een hefboomarm die de druk op de tussenwervelschijf verhoogt.

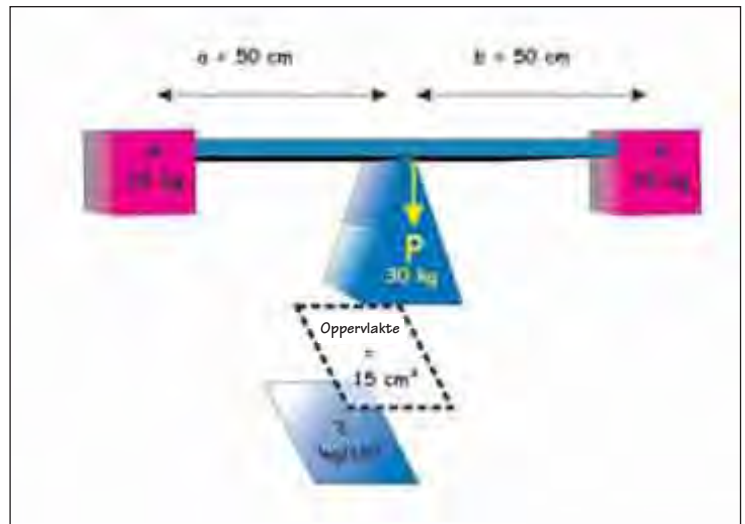
a) Korte opfrissing van de hefboomarm:

(1) Hefboom met gelijke hefboomarmen en het steunpunt tussenin

Als een weegschaal twee gewichten van 15 kg bevat die zich elk op 50 cm van het steunpunt bevinden, is de weegschaal in evenwicht en is de druk op het steunpunt gelijk aan de som van de twee gewichten.

In de volgende figuur zien we de druk op het steunvlak **P**.

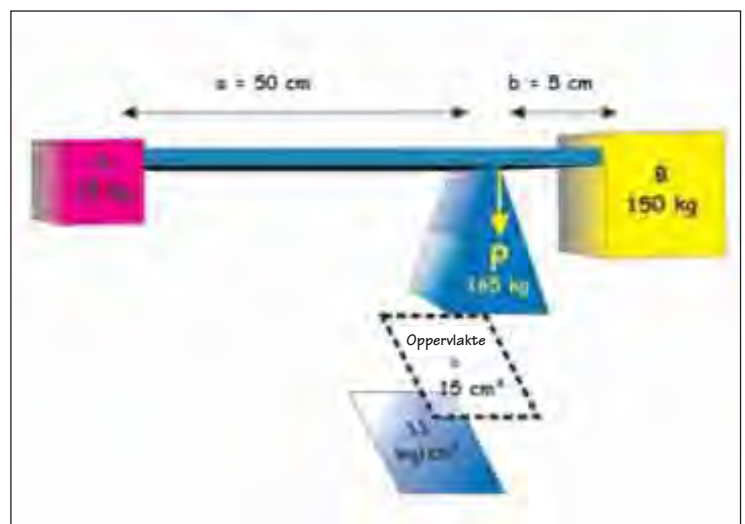
De druk op punt **P** = de som van de twee gewichten
 $15\text{ kg} + 15\text{ kg} = 30\text{ kg}$ (dit is 2 kg/cm^2).



(2) Hefboom met ongelijke hefboomarmen en het steunpunt tussenin

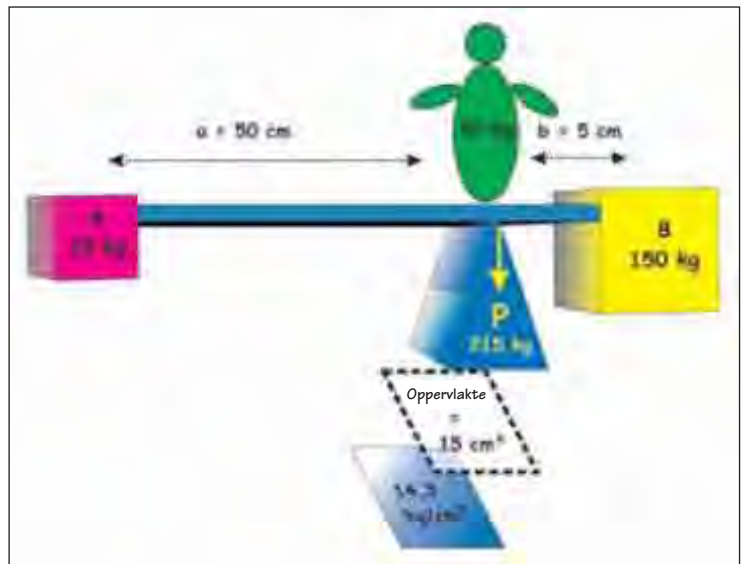
Als de lengte van een van de twee hefboomarmen gedeeld wordt door een bepaalde coëfficiënt (in dit geval 10), dan moet de last aan de andere kant worden vermenigvuldigd met dezelfde coëfficiënt om het evenwicht te herstellen.

De druk op het steunvlak **P** = de som van de twee gewichten
 $150\text{ kg} + 15\text{ kg} = 165\text{ kg}$ (dit is 11 kg/cm^2)



b) Principe van de hefboomarm toegepast op het menselijk lichaam

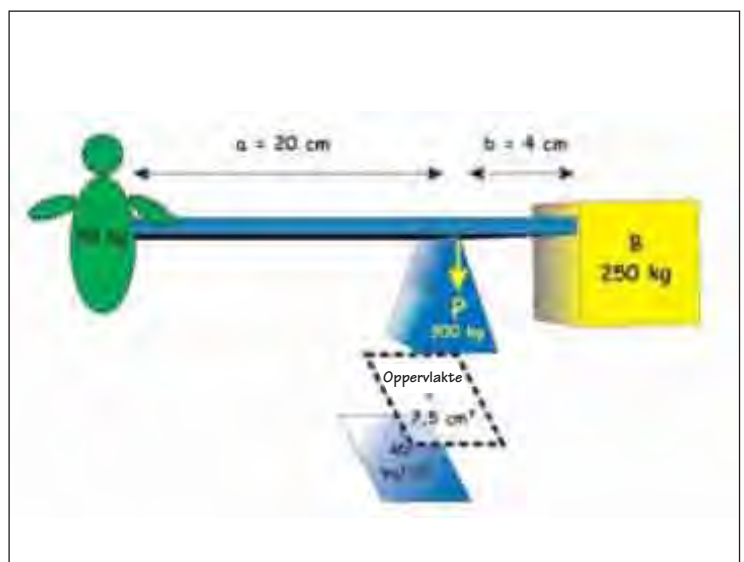
- ❑ De hefboomarm die beantwoordt aan de afstand tussen de tussenwervelschijf en de **last** = **50 cm**.
- ❑ De hefboomarm die beantwoordt aan de afstand tussen de tussenwervelschijf en de **paravertebrale spieren** (.....spieren van de wervelkolom) = **5 cm**
- ❑ Het gewicht van de last = **15 kg**
- ❑ De samentrekkingskracht van de **paravertebrale spieren** = **150 kg**.
- ❑ Gewicht van de romp, het hoofd en de bovenste ledematen = **50 kg** (voor iemand van 75 kg)
- ❑ De **druk** op het steunvlak **P** (dit is tussenwervelschijf L5-S1) = $150\text{ kg} + 15\text{ kg} + 50\text{ kg} = 215\text{ kg}$ (dit is $14,3\text{ kg/cm}^2$)



4. 90° voorovergebogen met ronde rug zonder last in de hand

- ❑ De hefboomarm die beantwoordt aan de afstand tussen de tussenwervelschijf (L5-S1) en het **zwaartepunt van de romp** = **20 cm**
- ❑ De hefboomarm die beantwoordt aan de afstand tussen de tussenwervelschijf en de **paravertebrale spieren** = **4 cm** (de hefboomarm is hier korter dan in rechtopstaande positie, want in de houding met ronde rug komen de paravertebrale spieren dicht bij de tussenwervelschijf)
- ❑ Het gewicht van de romp, het hoofd en de bovenste ledematen = **50 kg**
- ❑ De samentrekkingskracht van de spieren = **250 kg**
- ❑ De **druk** op het steunvlak **P** (dit is tussenwervelschijf L5-S1) = $250\text{ kg} + 50\text{ kg} = 300\text{ kg}$

De druk die in rechtopstaande houding over de hele tussenwervelschijf was verdeeld, is niet meer gelijkmatig verdeeld. Het voorste deel van de tussenwervelschijf wordt samengeknepen. We kunnen stellen dat de oppervlakte waarover de druk is verdeeld, met de helft is verminderd, en nog ongeveer $7,5\text{ cm}^2$ bedraagt. De druk per cm^2 is gelijk aan 300 kg gedeeld door $7,5\text{ cm}^2$, dit is 40 kg/cm^2 .



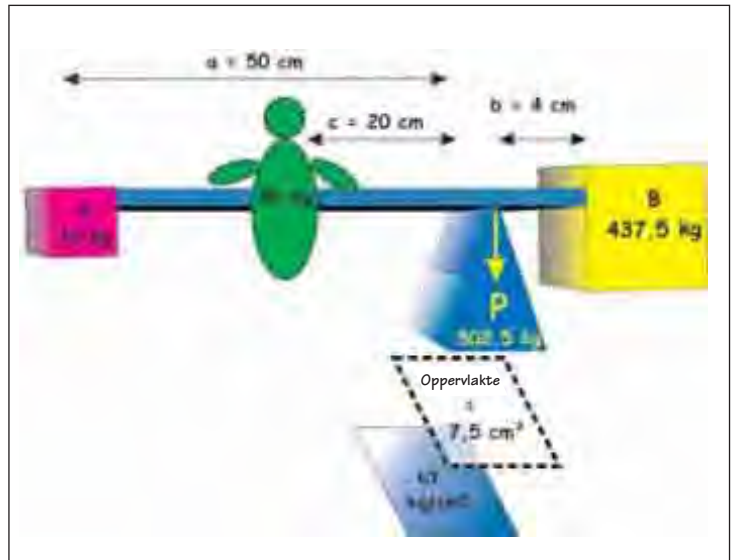
5. 90° voorovergebogen met ronde rug met een last van 15 kg in de hand

Bij de berekening wordt rekening gehouden met het gewicht van de last en van de romp, de respectievelijke afstanden van de lasten en van de romp ten opzichte van de tussenwervelschijf L5-S1 en de hefboomarm van de paravertebrale spieren.

De **druk** op het steunvlak **P (of tussenwervelschijf L5-S1)** = 250 kg + 187,5 kg + 50 kg + 15 kg = **502,5 kg**.

De druk per cm² is gelijk aan 502,5 kg gedeeld door 7,5 cm², dit is: **67 kg/cm²**.

Die hoge druk kan microscheuren doen ontstaan ter hoogte van de vezels van de vezelring en kan zo het begin vormen van een discushernia.



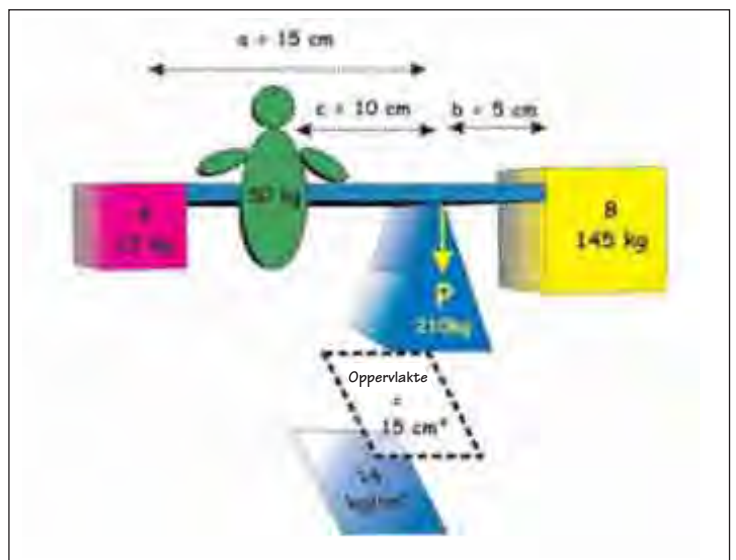
6. Met een last van 15 kg en in een juiste houding

Door de knieën te buigen en de last te omringen door dichterbij de last te gaan staan en de voeten te spreiden, kun je de afstand tussen de last en de lumbale tussenwervelschijf L5-S1 verminderen en dus de hefboomarm verkorten. Door de lordose te behouden kun je enerzijds de hefboomarm van de paravertebrale spieren op 5 cm in plaats van 4 cm houden en kun je er anderzijds voor zorgen dat de druk tussen de voor- en de achterkant van de schijf homogeen verdeeld blijft. De druk per oppervlakte-eenheid is dan geringer.

De **druk** op het steunvlak **P (of tussenwervelschijf L5-S1)** = 100 kg + 45 kg + 50 kg + 15 kg = **210 kg**.

De druk per cm² is gelijk aan 210 kg gedeeld door 15 cm², dit is **14 kg/cm²**.

De lumbale samendrukking is in een correcte houding 5 keer minder groot dan in de houding met gestrekte benen en ronde rug. De moeite waard om eens goed na te denken!

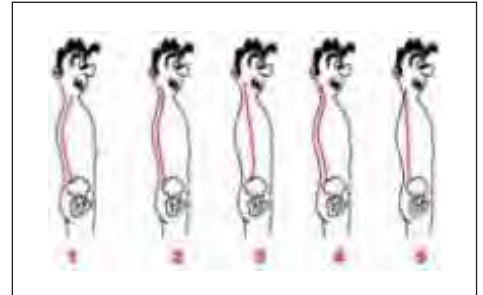


D. Vragenlijst

Omcirkel het juiste antwoord. Opgelet, bij sommige vragen is geen enkel antwoord goed of zijn er meerdere juiste antwoorden.

A) Welke tekening toont het correcte zijaanzicht van de wervelkolom?

1 – 2 – 3 – 4 – 5



B) Welke pijl wijst de tussenwervelschijf aan?

1 – 2 – 3 – 4 – 5



C) Welke pijl wijst het ruggenmerg aan?

1 – 2 – 3 – 4 – 5



D) Welke pijl wijst naar de lendenlordose?

1 – 2 – 3 – 4



E) Mijn tussenwervelschijven hangen voor hun voeding af van:

- 1) de geneesmiddelen die ik voorgeschreven krijg
- 2) de bloedvaten die erdoor lopen
- 3) de schommelingen in de inwendige druk bij de bewegingen van de wervelkolom
- 4) een vitaminesupplement in mijn voeding

F) 's Avonds ben ik 1 tot 2 cm kleiner dan 's morgens doordat:

- 1) mijn spieren vermoeid zijn na een zware werkdag
- 2) mijn tussenwervelschijven in de loop van de dag een deel van hun watergehalte hebben verloren
- 3) de luchtdruk 's avonds groter is dan 's morgens

G) Op deze afbeelding van een wervel in bovenaanzicht zien we:

- 1) een tussenwervelschijf in goede staat
- 2) een discusprotrusie
- 3) een discushernia



H) Landurig zitten is slecht voor mijn rug omdat:

- 1) er dan geen goede uitwisseling van voedingsstoffen mogelijk is ter hoogte van de tussenwervelschijf
- 2) mijn rug dan gedwongen wordt tot een zeer holle houding
- 3) mijn rug dan gedwongen wordt tot een naar achteren gerichte inversie van de natuurlijke lendenkromming

I) Duid in de volgende lijst aan wat altijd gepaard gaat met rugpijn:

- 1) artrose
- 2) een discushernia
- 3) een discusprotrusie
- 4) een inzakking van de tussenwervelschijf

J) Bij acute rugpijn mag de bedrust niet langer duren dan:

- 1) 2 dagen
- 2) 7 dagen
- 3) 15 dagen
- 4) 30 dagen

K) Een discushernia vergt altijd een heelkundige ingreep

- 1) Waar
- 2) Niet waar

L) Een discushernia kan mettertijd verdwijnen

- 1) Waar
- 2) Niet waar

M) Wat is voor een man het **maximale** lastgewicht dat hij in ideale omstandigheden mag hanteren:

- 1) 12 kg
- 2) 15 kg
- 3) 20 kg
- 4) 25 kg
- 5) 30 kg
- 6) 50 kg

N) Wat is voor een vrouw het **maximale** lastgewicht dat zij in ideale omstandigheden mag hanteren:

- 1) 12 kg
- 2) 15 kg
- 3) 20 kg
- 4) 25 kg
- 5) 30 kg
- 6) 50 kg

- O) Als we rechtop staan, zou de juiste hoogte van een werkvlak voor precisiewerk moeten overeenkomen met:
- 1) de hoogte van de heupen
 - 2) de hoogte van de ellebogen
 - 3) een hoogte tussen de heupen en de ellebogen in
- P) Als je voorover moet buigen zonder dat je de knieën kunt buigen, is het beter om de rug rond te maken dan hem hol te houden
- 1) Waar
 - 2) Niet waar
- Q) Om een last van meer dan 10 kg vanaf de vloer op te heffen, moet je zo diep mogelijk door de knieën buigen
- 1) Waar
 - 2) Niet waar
- R) Als je bij het vooroverbuigen met een hand op de dij steunt, verlicht je de druk op de onderkant van de wervelkolom
- 1) Waar
 - 2) Niet waar

- S) Wat is bij deze hantering van een **last met twee handgrepen** de juiste stand van de voeten?

- 1)
- 2)
- 3)



- T) Wat is bij deze hantering van een **last met een centrale handgreep (emmer)** de juiste stand van de voeten?

- 1)
- 2)
- 3)



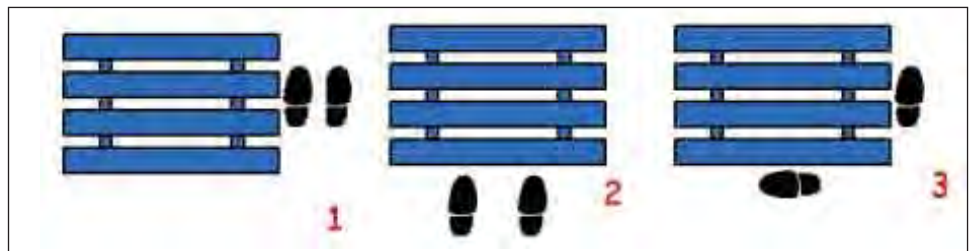
- U) Wat is bij deze hantering van een **last zonder handgreep** de correcte stand van de voeten?

- 1)
- 2)
- 3)



- V) Wat is de juiste stand van de voeten om een **pallet** overreind te zetten?

- 1)
- 2)
- 3)



- W) Vaak gebruikte lichte lasten moeten bij voorkeur op de volgende hoogte worden opgeslagen:

- 1) de vloer
- 2) het bekken
- 3) een niveau dat ergens tussen de hoogte halfweg de dijen en schouderhoogte in ligt
- 4) de schouders

X) Zware lasten moeten bij voorkeur op de volgende hoogte worden opgeslagen:

- 1) de vloer
- 2) het bekken
- 3) een niveau dat ergens tussen de hoogte halfweg de dijen en schouderhoogte in ligt
- 4) de schouders

Y) Welke van de volgende aanbevelingen om een last vanaf de vloer op te tillen, zijn correct?

- 1) Eerst denken en dan doen
- 2) De natuurlijke welving van de onderrug handhaven
- 3) Naast de last gaan staan
- 4) De ellebogen buigen
- 5) De adem inhouden
- 6) De last omringen

Z) In welke van de volgende situaties ziet u een juiste houding om de rug te beschermen?

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)
- 6)
- 7)
- 8)
- 9)
- 10)



9. Referenties

Arbouw. A-blad *Tillen*. Amsterdam 2005

Arbouw. A-blad *Bestratingsmaterialen*. Amsterdam 2002

Arbouw. *Arbovriendelijke Hulpmiddelen* <http://www.arbouw.nl/arbovriendelijkehulpmiddelen/>

NAVB-CNAC: *Beroepsmonografieën*. Brussel 1996

Cockerill Sambre – Service de médecine du travail. *Vivre en harmonie avec son dos*. Luik 1998

CSC. *Maux de dos dans le gros œuvre*. Brussel 2001

De Keyser, V., & Hansez, I. (1996). Vers une perspective transactionnelle du stress au travail: Pistes d'évaluations méthodologiques. *Cahiers de Médecine du Travail*, 33 (3), 133-144.

Europese Stichting tot verbetering van de levens- en arbeidsomstandigheden. Derde Europese studie over de arbeidsomstandigheden (2000). Luxemburg 2001

Health and Safety Laboratory (Dr. ADJ Pinder et co.). *Musculoskeletal problems in bricklayers, carpenters and plasterers: Literature review and results of the site visits*. Sheffield 2001

INRS. *Méthode d'analyse des manutentions dans les activités de chantier et du BTP*. Edition INRS ED 917 Parijs 2003

INRS. *Vibrations, plein le dos*. Edition INRS ED 864 Parijs 2001

IRSST (Gervais M.) La prévention des maux de dos dans le secteur de la construction: une recension des écrits Québec 1998

Latza U. et coll. Cohort study of occupational risk factors of low back pain in construction workers. *Occup. Envir. Med.* 57, 28 - 34, 2000

Prevent. *Manueel hanteren van lasten – Wetgeving in de praktijk nr.2*. Brussel 2001

FOD (Professor Ph. Mairiaux, ULG). *Manutentions manuelles*. Brussel

FOD – Preventagri (J-Ph Demaret, F.Gavray, F. Willems). *Mijn rug: een partner – Preventie van rugpijn in de land- en tuinbouw*. Brussel 2004

Tijdschrift voor Ergonomie (A.M. de Jong, P. Vink, J.H.T.H. Andriessen, W.F. Schaefer). *Arbeidsomstandigheden in de bouw*. Jaargang 28 , nr. 2, april 2003

Antwoord op de vragenlijst

a) 4, b) 3, c) 1, d) 3, e) 3, f) 2, g) 2, h) 1 et 3, i) aucune, j) 1, k) 2, l) 1, m) 4, n) 2, o) 2, p) 2, q) 2, r) 1, s) 2, t) 3, u) 3, v) 3, w) 3, x) 2, y) 1, z) 2, 5, 6, 9, 10