

I. BEWEGINGEN EN ASSENSTELSLS

Beweging is relatief. Beweging is een positieverandering van "iets" ten opzichte van "iets anders". Voor "iets" kan van alles worden ingevuld: een punt, een lijn, een vlak of een voorwerp, zoals bijvoorbeeld een wervel. Bij de invulling van "iets anders" zijn wij vrij in de keuze: het ene referentiekader is niet beter of slechter dan het ander.

De keuze hangt af van het doel dat men met de bewegingsbeschrijving wil bereiken; het inzicht dat men wil verkrijgen. De beweging ten opzichte van het ene kader kan namelijk fundamenteel verschillen van dat van een ander. Stel een fysiotherapeut en een patiënt lopen naast elkaar door een gang. Plotseling versnelt de fysiotherapeut de pas.

De patiënt beweegt dan ten opzichte van de fysiotherapeut naar achter, doch blijft ten opzichte van de gang naar voren gaan. Welke referentie gekozen wordt, de gang of de fysiotherapeut, hangt af van de vraag of men erin geïnteresseerd is waar de fysiotherapeut naar toe gaat, of dat men wil weten of de patiënt zijn behandelaar nog kan inhalen.

Indien iemand loopt en men wil weten waar deze persoon naar toe gaat, beschrijven wij de verandering van positie van het lichaam ten opzichte van de omgeving. In zo'n geval wordt gekozen voor een rechthoekig assenstelsel, dat ten opzichte van die omgeving niet meebeweegt.

Als wij echter geïnteresseerd zijn in de mate waarin zo iemand de armen meezwaait, wordt de verandering van positie van de bovenste extremiteiten beschreven ten opzichte van een assenstelsel, bevestigd op de rest van het lichaam.

Willen we daarbij weten hoe de onderarm zich verplaatst ten opzichte van de bovenarm, dan gebruiken we een assenstel, bevestigd op de humerus.

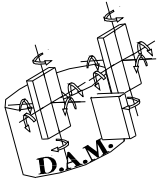
Als we, tenslotte, geïnteresseerd zijn in de wijze waarop de gewrichtsvlakken van de radius en de ulna zich verplaatsen over de bijbehorende gewrichtsvlakken van de humerus, dan dient een assenstelsel op de gewrichtsvlakken van de humerus geplaatst te worden.

In het algemeen onderscheiden we, gezien het voorgaande, de volgende assenstelsels.

Om bewegingen van een deel van het lichaam te beschrijven ten opzichte van de rest van het lichaam, wordt gebruik gemaakt van het *descriptief anatomisch assenstelsel*.

Voor het beschrijven van de bewegingen van een botstuk ten opzichte van een aanliggend (articulerend) botelement, wordt een *osteokinematisch assenstelsel* gebruikt.

Om de verplaatsingen van twee gewrichtsprofielen ten opzichte van elkaar weer te geven, wordt gebruik gemaakt van een *arthrokinematisch assenstelsel*.



ASSENSTELSELS

Descriptief anatomisch assenstelsel

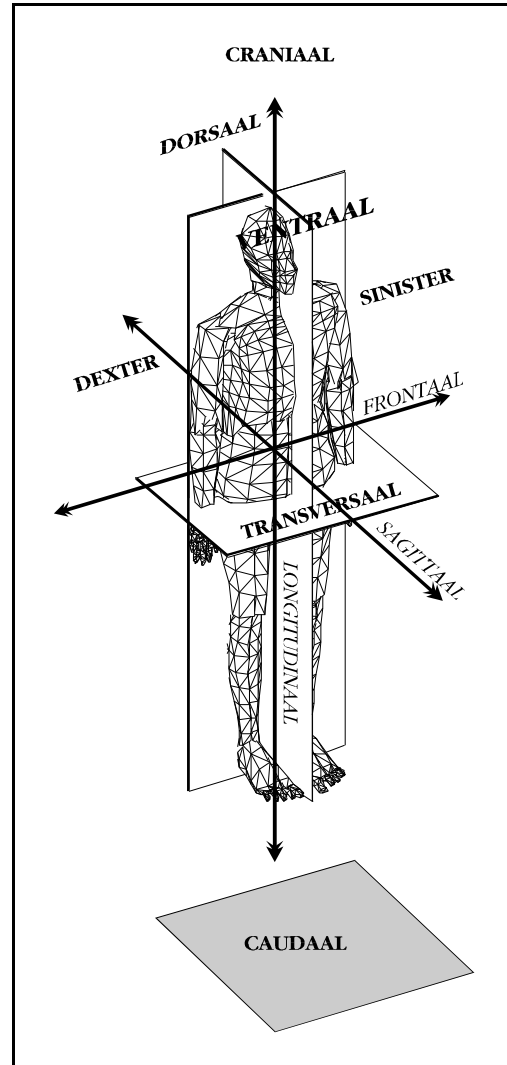
Dit wordt binnen de fysiotherapie het meest gebruikt. De bewegingen van lichaamsdelen worden beschreven ten opzichte van een assenstelsel zoals gedefinieerd in de zogenaamde anatomische houding (figuur 1).

"Anteflexie van de arm in het sagittale vlak om een frontale as", "abductie van het been in het frontale vlak om een sagittale as" en "rotatie van de nek in het transversale (horizontale) vlak om een longitudinale (verticale) as" zijn hier voorbeelden van.

De genoemde assen en vlakken zijn gebaseerd op het feit dat een mens een duidelijk herkenbare voor- en achterkant, boven- en onderkant en linker- en rechterzijde heeft, zoals zo treffend wordt uitgedrukt in het schone lied: "ik ben zo blij, zo blij, dat mijn neus van voren zit en niet opzij".

Het maakt dan ook niet uit hoe iemand staat, zit of ligt. Bewegingen en posities worden steeds "terugvertaald" naar de anatomische houding. Zowel bij iemand die op de buik ligt als bij iemand in ruglig, bevindt de achillespees zich aan de "dorsale" zijde van het onderbeen. Ook bij een acrobaat die omgekeerd aan de rekstok hangt, bevindt de thorax zich, evenals bij een rechtopstaand iemand, "craniaal" van het bekken.

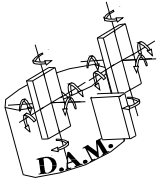
De romp kan descriptief anatomisch de volgende bewegingen uitvoeren: flexie, extensie, lateraalflexie naar links/rechts en rotatie linksom/rechtsom.



Figuur 1

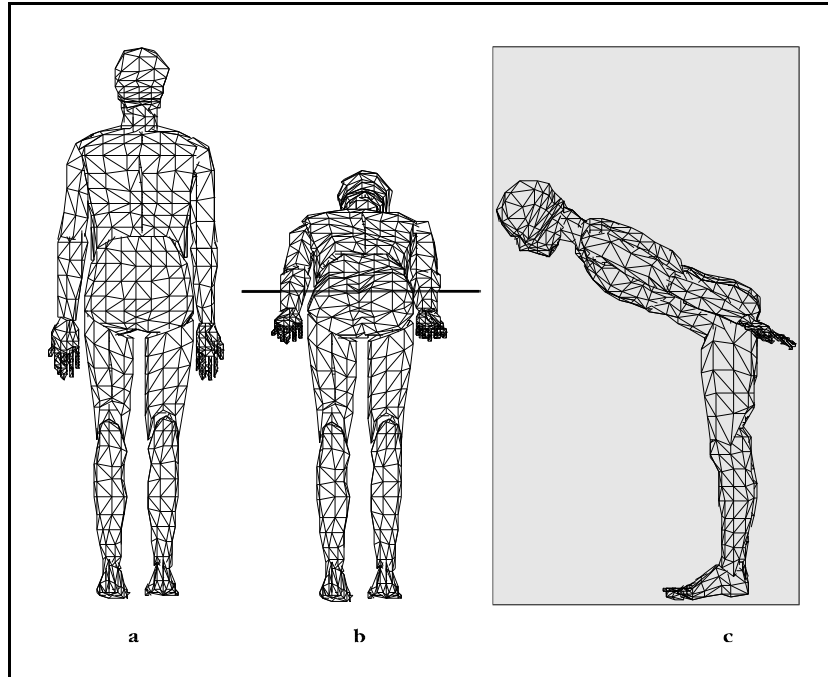
Terzijde zij opgemerkt dat het innemen van de anatomische houding in werkelijkheid niet mogelijk is. Deze houding is immers slechts een denkbeeldige, tussen anatomen afgesproken, positie. De anatomische houding dient als referentiekader, zodat bewegingen en onderlinge relaties van lichaamsdelen éénduidig kunnen worden beschreven. In deze houding werken geen krachten: noch de zwaartekracht, noch spierkrachten of uitwendige belastingen. Bij afspraak wordt dan ook geen contact gemaakt met de onderlaag; *het lichaam hangt dus in de lucht*. De origo van een spier wordt verondersteld "gefixeerd" te zijn, enz..

Verder in dit stuk bedoelen wij met de anatomische houding de rechtopstaande stand, zoals in werkelijkheid kan worden ingenomen.



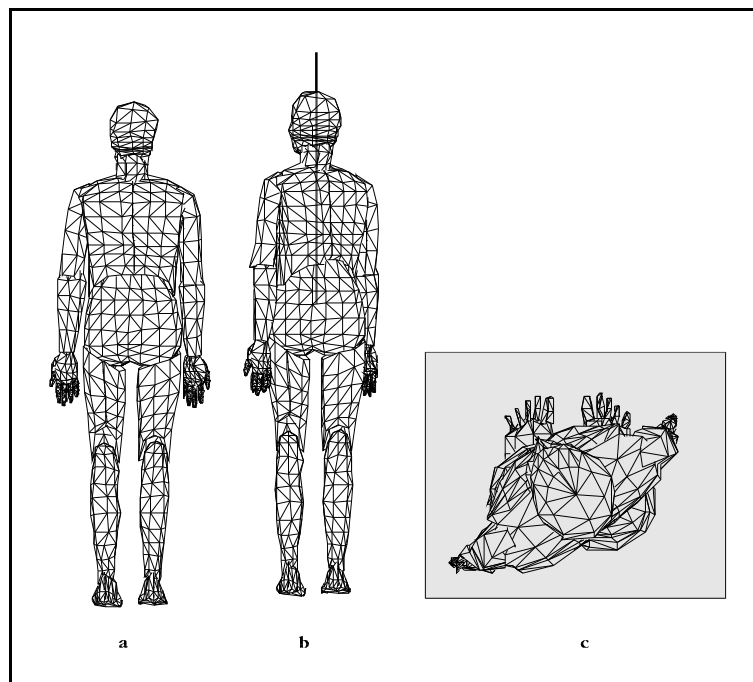
Driedimensionale Arthrokinematische Mobilisatie WERVELKOLOM

Flexie en extensie worden uitgevoerd rond een frontale as in het sagittale vlak (figuur 2).

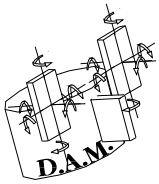


Figuur 2

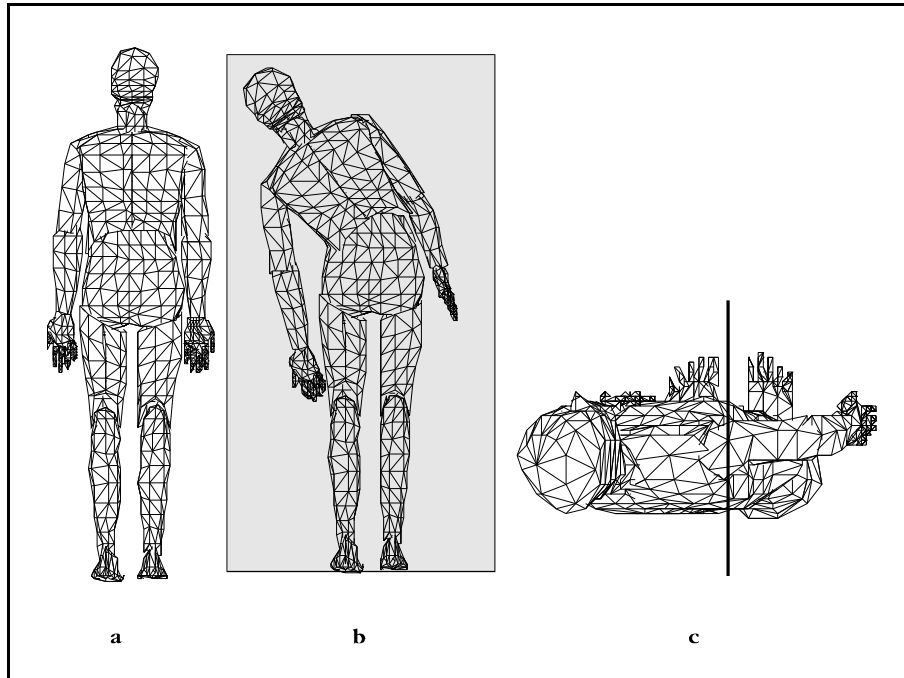
Rotaties vinden plaats rond een longitudinale as in het transversale (horizontale) vlak (figuur 3).



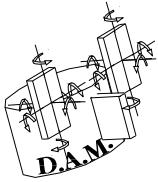
Figuur 3



Lateroflexies worden uitgevoerd rond een sagittale as in het frontale vlak (figuur 4).

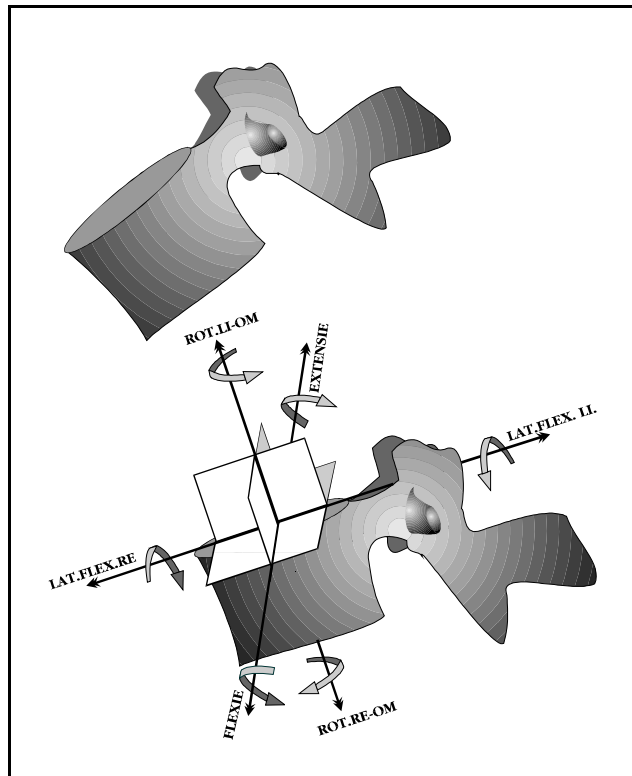


Figuur 4



Osteokinematische bewegingsbeschrijving

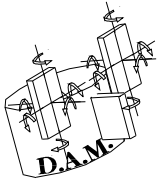
Hierbij worden bewegingen van een botstuk beschreven ten opzichte van het aanliggende element. Hiervoor is het nodig een lokaal stelsel van assen en vlakken te definiëren, dat als het ware op dit aanliggende element is geplakt. Evenals bij de descriptief anatomische vlakken, wordt ook hierbij gebruik gemaakt van primaire vormkenmerken. Een wervel bijvoorbeeld, heeft een duidelijk herkenbare voor- en achterkant, onder- en bovenkant en linker- en rechterzijde. Op basis hiervan kan voor een wervel een assenstelsel worden gedefinieerd, met behulp waarvan de bewegingen van een aanliggende wervel worden beschreven. In figuur 5 wordt het assenstelsel gegeven van de wervels waarmee de bewegingen van de corpora ten opzichte van elkaar beschreven worden.



figuur 5

Arthrokinematische bewegingsbeschrijving

Deze vorm van bewegingsbeschrijving richt zich op de wijze waarop de contactpunten tussen gewrichtsprofielen verplaatsen. Hierbij speelt de relatie tussen de ligging van kromtemiddelpunten en de ligging van de momentane draaipunten van een gewricht een bepalende rol.



BEWEGINGEN VAN ROMP EN WERVELS

Wanneer iemand met rugklachten naar de fysiotherapeut wordt verwezen, vormt het actief bewegen van de wervelkolom een vast onderdeel van het onderzoek. Hierbij is het gebruikelijk de hiervoor beschreven descriptief anatomische bewegingen te laten uitvoeren.

Bij het laten uitvoeren en interpreteren van deze bewegingen wordt het volgende nogal eens over het hoofd gezien: er bestaat een belangrijk verschil tussen *de bewegingen van de romp* en de hierbij optredende *bewegingen tussen de wervels onderling*.

Dit wordt veroorzaakt door het feit dat de wervelkolom niet recht is maar gekromd. Over het algemeen bezitten mensen twee lordotische en een kyfotische kromming. Dit algemeen bekende feit heeft belangrijke consequenties voor de wijze waarop *in* de wervelkolom wordt bewogen bij flexie/extensie, rotaties en lateraalflexies.

Wanneer alle wervels horizontaal zouden staan, dus evenwijdig aan het transversale (horizontale) lichaamsvlak, dan zou een rotatie van de romp (zoals in figuur 3) zich in hetzelfde vlak afspelen als de hierbij optredende rotaties van de wervels ten opzichte van elkaar.

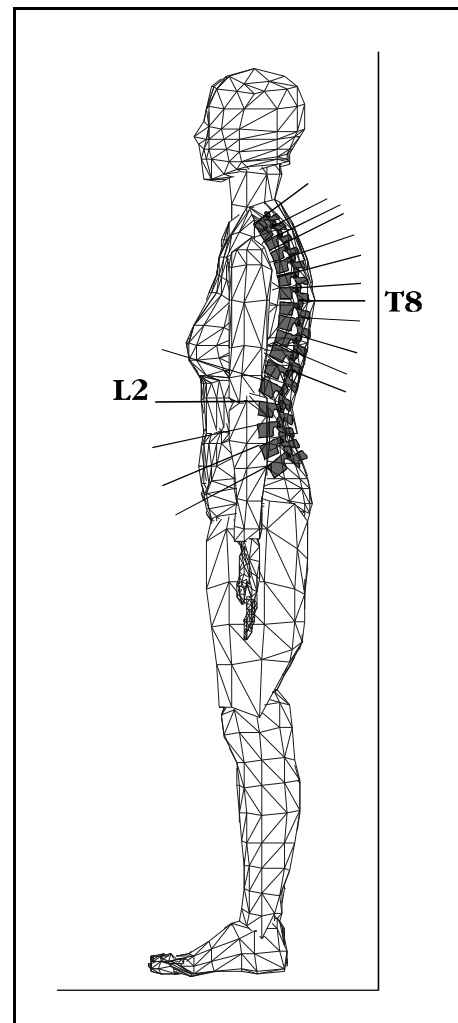
Dit zou betekenen dat, tijdens de rotatie, ieder punt van een wervel zowel ten opzichte van het horizontale lichaamsvlak als ten opzichte van het horizontale vlak van de onderliggende wervel op gelijke afstand blijft.

Bij een lateraalflexie zou, eveneens bij een (gedachte) horizontale positie van de wervels, ieder punt van een wervel, zowel ten opzichte van het frontale lichaamsvlak als ten opzichte van het frontale vlak van de onderliggende wervel, op gelijke afstand blijven.

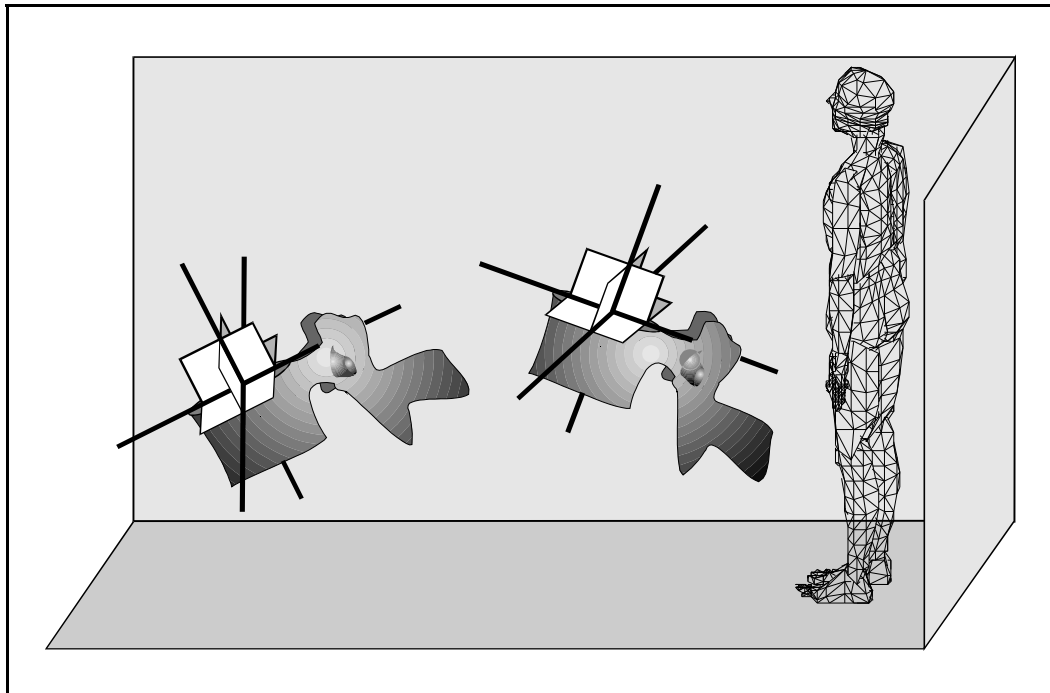
Echter, de (meeste) wervels staan niet evenwijdig aan het horizontale lichaamsvlak, doch voor- of achterover gekanteld (figuur 6).

Dit betekent dat het osteokinematische assenstelsel van de wervels zowel ten opzichte van het horizontale als het frontale lichaamsvlak scheef staan (figuur 7).

Het voorgaande heeft belangrijke consequenties voor de wijze waarop *een wervel* beweegt ten opzichte van de onderliggende, indien *de romp* bijvoorbeeld een descriptief anatomische rotatie of lateraalflexie uitvoert. Een beweging van een wervel ten opzichte van de descriptief anatomische lichaamsvlakken en assen kan fundamenteel verschillen van de beweging die de wervel op dat moment maakt ten opzichte van een aanliggende wervel.



Figuur 6



Figuur 7

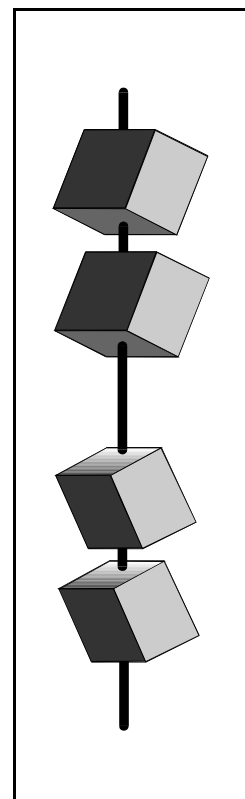
In hoeverre deze twee bewegingen van elkaar afwijken of met elkaar overeenstemmen wordt volledig bepaald door de stand van de rotatie-as ten opzichte van het referentiekader.

In eerste instantie zullen, teneinde enkele principes nader te verduidelijken, enkele bewegingen van de corpora vertebrae ten opzichte van elkaar worden beschreven. Het referentie-assenstelsel wordt dus op het *corpus vertebrae* opgericht. Later zullen de osteokinematische bewegingen van de *gewrichtsvlakken* van de wervels uitvoerig worden geanalyseerd.

Om het hiernavolgende gemakkelijker te begrijpen verdient het aanbeveling een eenvoudig model te vervaardigen. U heeft hiervoor nodig: vier lucifersdoosjes en een breipen of satéstokje. U rijgt de doosjes aan de pen zoals voorgesteld in figuur 8.

De bovenste twee doosjes stellen de hoger gelegen, ten opzichte van de horizontaal achterover gekantelde, wervels voor; de onderste twee de lager gelegen, voorover gekantelde wervels.

Het model is alleen goed bruikbaar voor de hieronder beschreven rotaties: een horizontale lateraalflexie-as is lastiger te realiseren. De principes van beide bewegingen zijn echter gelijk.



Figuur 8

ROTATIE EN LATEROFLEXIE VAN ROMP EN WERVELS

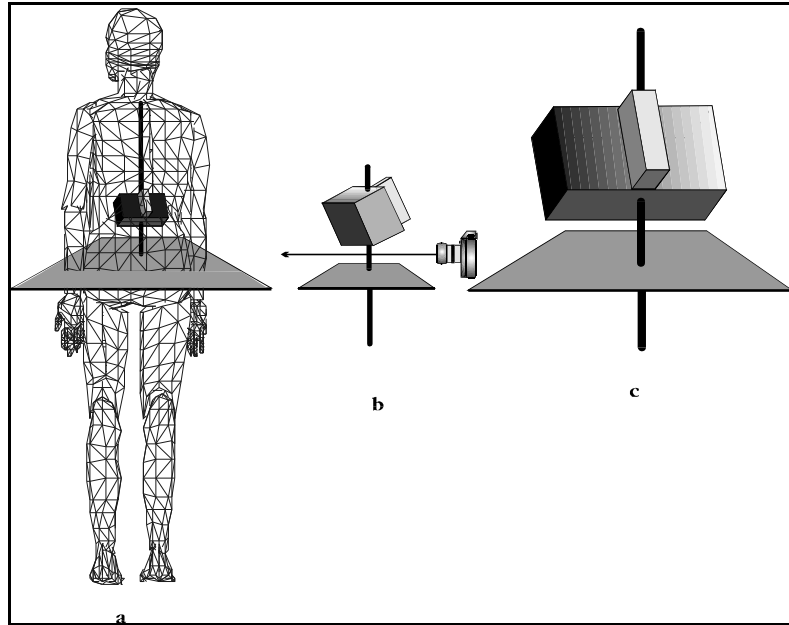
Rotatie

In figuur 9a wordt iemand voorgesteld die een descriptief anatomische rotatie van de romp uitvoert. Deze beweging vindt plaats rond de verticale lichaamsas. Het blokje in de romp stelt een laag lumbale wervel voor. Deze staat ten opzichte van het horizontale lichaamsvlak voorover gekanteld (figuur 9b).

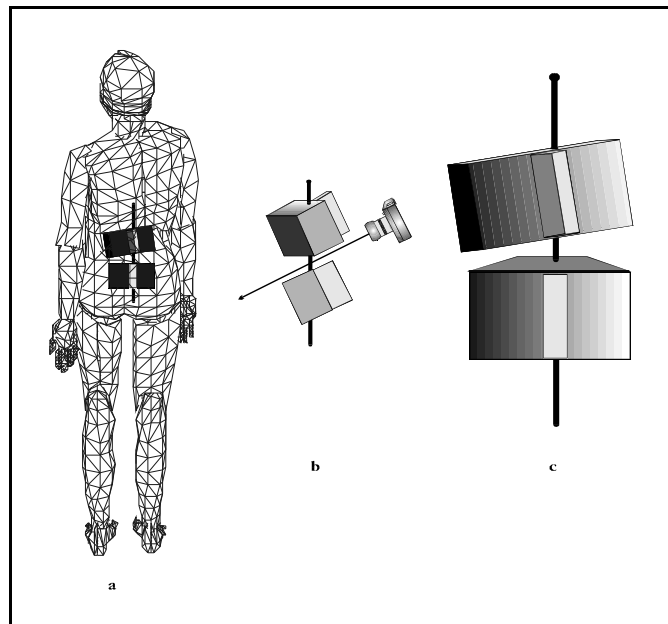
Ten opzichte van dit horizontale lichaamsvlak voert de wervel een zuivere rotatie omdat de rotatie-as ten opzichte van dit vlak zuiver verticaal staat. Dit is goed te zien aan de weergave in figuur 9c,

waarbij we als het ware evenwijdig aan het horizontale lichaamsvlak een foto hebben gemaakt (zoals voorgesteld in figuur 9b). We zien dat de wervel evenwijdig blijft staan aan het horizontale lichaamsvlak en alleen gerooteerd heeft: het linker zijvlak is zichtbaar, de voor-onderrand van de wervel is evenwijdig gebleven aan het horizontale lichaamsvlak.

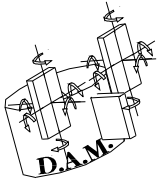
In figuur 10a wordt dezelfde beweging voorgesteld, doch nu beschouwen wij de beweging van de wervels *ten opzichte van elkaar*, in plaats van ten opzichte van het lichaamsvlak. Opnieuw is er sprake van laag lumbale wervels welke voorovergekanteld staan ten opzichte van het lichaamsvlak. De bovenste wervel voert dus een linksom rotatie uit ten opzichte van de onderliggende, om een as welke ten opzichte van de lichaamsvlakken en assen zuiver verticaal loopt. Maar omdat de onderste



Figuur 9



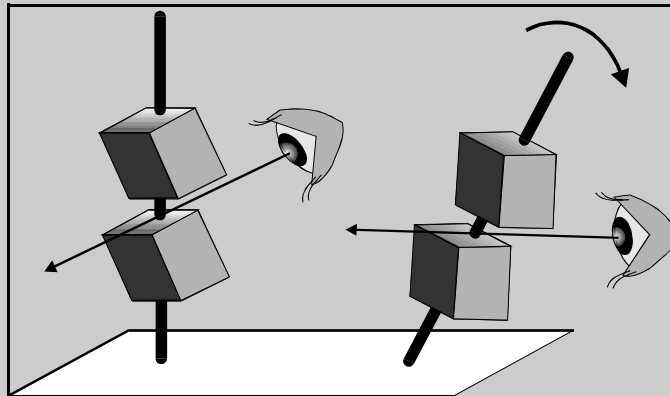
Figuur 10



Driedimensionale Arthrokinematische Mobilisatie WERVELKOLOM

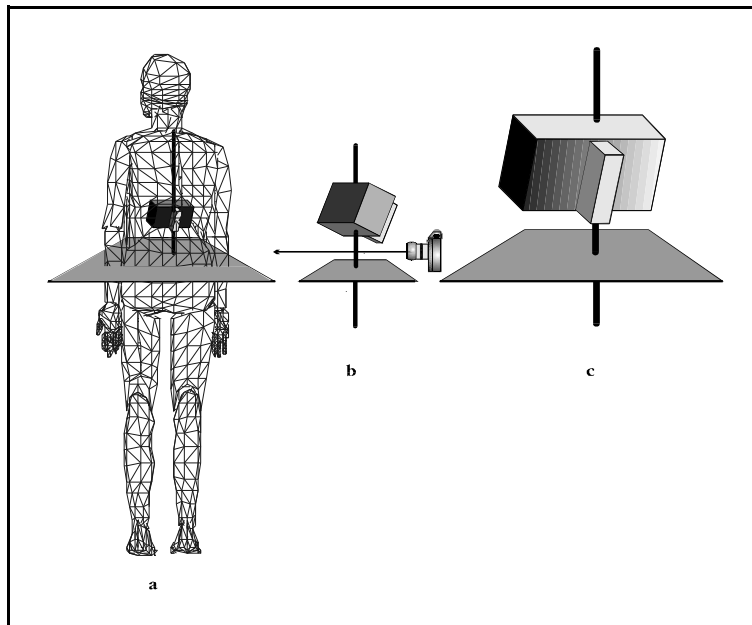
(referentie)wervel scheef staat ten opzichte van deze lichaamsvlakken en assen, staat de rotatie-as ook scheef ten opzichte van deze referentiewervel (figuur 10b). Zo goed als de wervel voorover staat gekanteld ten opzichte van de verticaal, staat de verticale rotatie-as achterover ten opzichte van de wervel. Wanneer wij nu evenwijdig aan het vlak van de onderliggende wervel opnieuw een "foto" zouden nemen dan ontstaat het beeld van figuur 10c. Duidelijk is te zien dat de wervel ten opzichte van zijn onderliggende, behalve de linksom rotatie, tevens een lateraalflexie naar links heeft gemaakt.

Indien U het voorgestelde model heeft gemaakt, verdient het aanbeveling niet "scheef" langs de wervel te kijken, zoals voorgesteld in figuur 9b. In plaats daarvan kunt U beter het gehele model kantelen tot de doosjes horizontaal staan.



De as staat dan scheef ten opzichte van de horizontaal. Voor de onderlinge beweging van de wervels maakt dit geen verschil, doch de waarneming wordt wat eenvoudiger. Dat wordt veroorzaakt doordat wij in het dagelijks leven heel sterk gewend zijn aan het descriptief anatomische referentiekader: de vloer is voor ons "de" horizontaal, een muur van de kamer "de" verticaal.

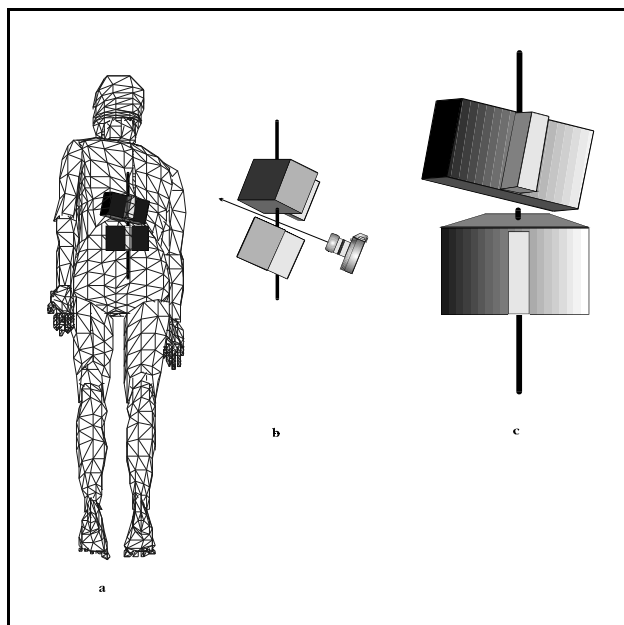
In figuur 11a wordt op dezelfde wijze de beweging van een hoger gelegen lumbale wervel weergegeven bij een linksom rotatie van de romp rond de verticale lichaamsas.



Figuur 11

Deze wervel staat achterover gekanteld ten opzichte van het horizontale lichaamsvlak (figuur 11b). Ten opzichte van dit lichaamsvlak voert de wervel een zuivere rotatie uit, zoals te zien in figuur 11c: het linker zijvlak is zichtbaar, de achter-onderrand van het de wervel voorstellende blokje blijft evenwijdig lopen aan het horizontale lichaamsvlak. Dit komt weer doordat de rotatie-as ten opzichte van het lichaamsvlak zuiver verticaal staat.

In figuur 12a wordt opnieuw gekeken naar de bewegingen van de wervels onderling, bij de identieke beweging als in figuur 11a. Om te kunnen zien welke beweging de bovenliggende wervel heeft gemaakt ten opzichte van de onderliggende, moet wederom evenwijdig aan het wervelvlak worden gekeken (figuur 12b). Deze figuur (12b) laat tevens zien dat de rotatie-as scheef staat ten opzichte van de onderliggende wervel.

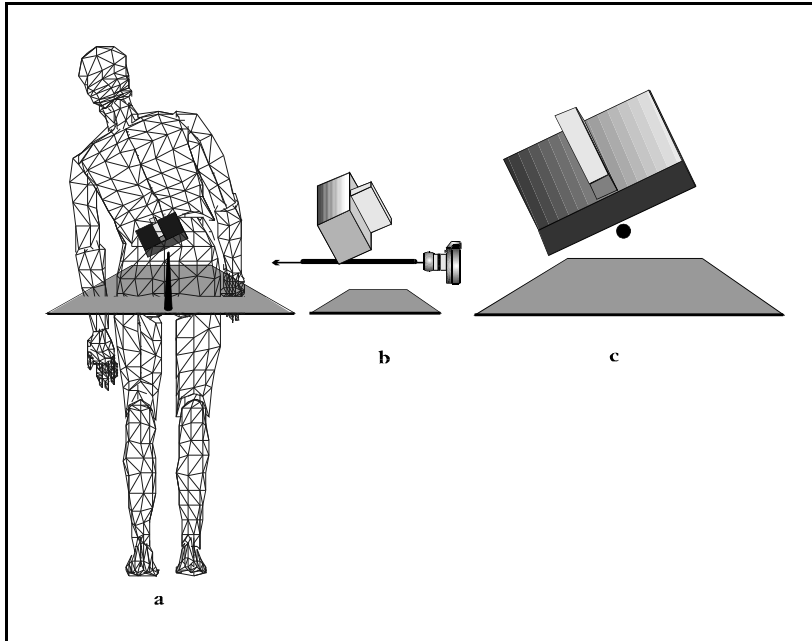


Figuur 12

Omdat de referentie-wervel (de onderliggende) achterover staat ten opzichte van de verticaal, staat de verticaal verlopende rotatie-as dus voorover ten opzichte van de wervel. In figuur 12c wordt getoond dat de bovenliggende wervel ten opzichte van de onderliggende hierdoor, behalve een linksom rotatie, tevens een lateraalflexie naar rechts heeft gemaakt.

Lateraal flexie

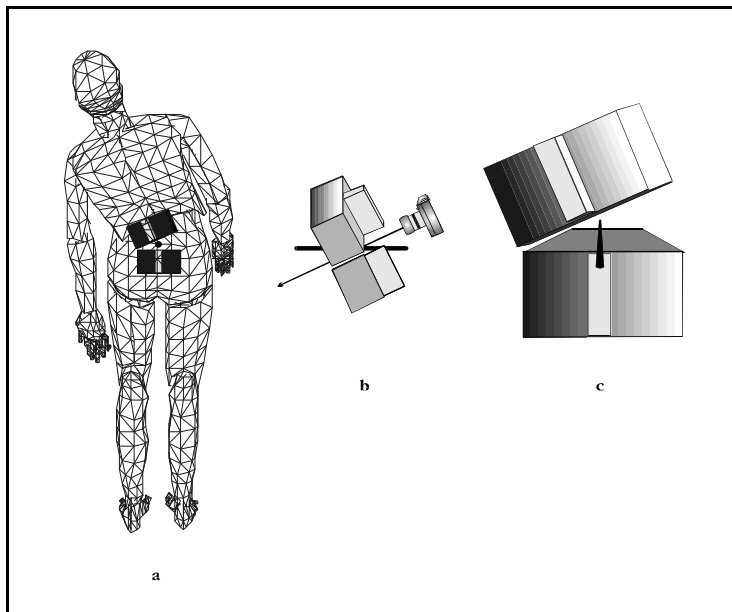
Figuur 13 toont de situatie wanneer iemand een descriptief anatomische lateraalflexie naar links uitvoert. Het blokje stelt weer een laaggelegen, ten opzichte van de horizontaal



Figuur 13

voorover gekantelde, lumbale wervel voor. De beweging vindt plaats om een zuiver horizontale (sagittale) as. Omdat deze as evenwijdig loopt aan het horizontale lichaamsvlak (figuur 13b) is er *ten opzichte van dit vlak* sprake van een zuivere lateraalflexie. Dit is te zien in figuur 13c. De zijvlakken van de wervel zijn niet zichtbaar, er is slechts sprake van lateraalflexie.

In figuur 14a beschouwen wij de beweging die de wervel heeft gemaakt *ten opzichte van zijn onderliggende*. De beweging van de romp in deze figuur is identiek aan die in figuur 13a.

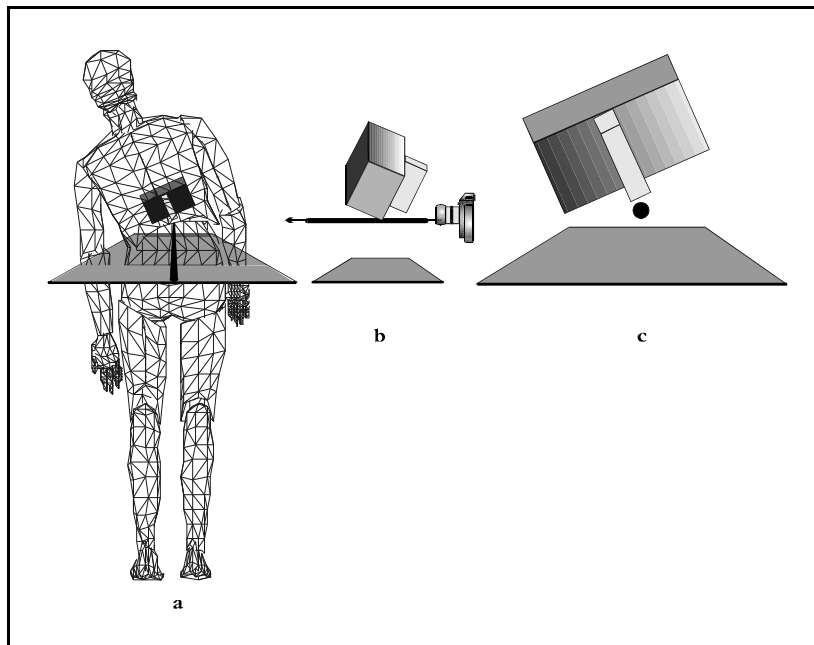


Figuur 14

De beweging van de romp in deze figuur is identiek aan die in figuur 13a.

Figuur 14b laat zien dat de rotatie-as achterover gekanteld staat ten opzichte van de referentiewervel, omdat deze wervel voorover gekanteld staat ten opzichte van de horizontaal. Dit heeft tot gevolg dat, ten opzichte van de onderliggende, de lateraalflexie naar links gepaard gaat met een rechtsom-rotatie: het rechter zijvlak van de wervel is zichtbaar (figuur 14c).

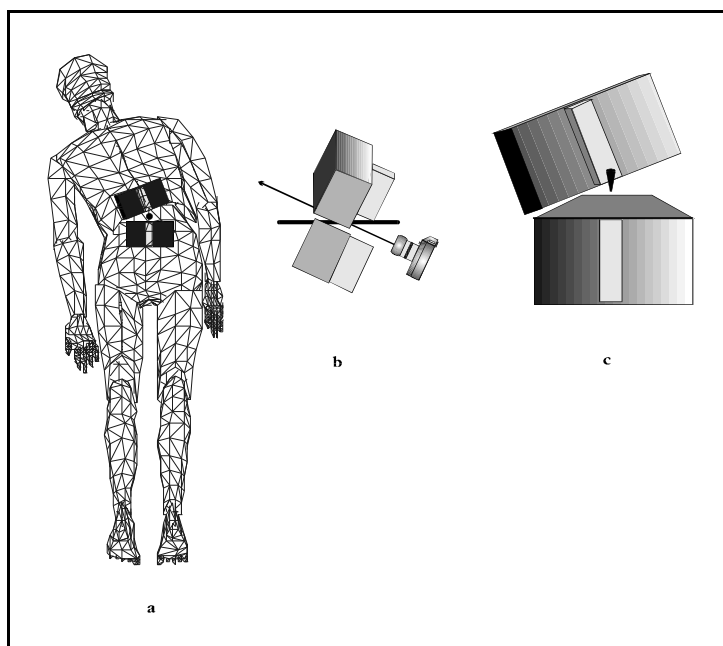
In figuur 15a laten we dezelfde lateraalflexie zien als in beide voorgaande figuren, doch we richten ons nu weer op de hoger gelegen, achterover gekantelde lumbale wervels. *Ten opzichte van het horizontale lichaamsvlak* is er wederom sprake van een zuivere lateraalflexie.



De horizontale rotatie-as loopt immers evenwijdig aan dit vlak (figuur 15b). In figuur 15c is goed te zien dat geen begeleidende rotatie is opgetreden; de zijvlakken van de wervel zijn niet zichtbaar.

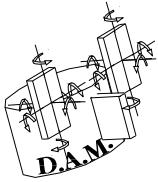
Figuur 15

In figuur 16a beschouwen we de beweging die de wervel heeft gemaakt *ten opzichte van zijn aanliggende*. De beweging is weer identiek aan die in figuur 15a. Figuur 16b laat zien dat de in het horizontale lichaamsvlak verlopende rotatie-as ten opzichte van de referentiewervel voorover gekanteld staat, omdat deze wervel ten opzichte van het horizontale vlak achterover gekanteld is.



Figuur 16

Het blijkt dat (figuur 16c) de wervel ten opzichte van zijn onderliggende, behalve de lateraalflexie naar links, tevens een linksom rotatie heeft gemaakt: het linker zijvlak van de wervel is zichtbaar geworden.



Overzicht

De hierboven beschreven bewegingscombinaties van de wervellichamen onderling bij rotaties en lateraalflexies van de romp in de anatomische vlakken, worden hieronder in een tabel weergegeven (tabel 1).

BEWEGING VAN:		
ROMP ten opzichte van	WERVEL ten opzichte van	WERVEL ten opzichte van
ANATOMISCHE VLAKKEN	ONDER-LIGGENDE <i>(VOOROVER gekanteld)</i>	ONDER-LIGGENDE <i>(ACHTEROVER gekanteld)</i>
ROTATIE LI-OM	ROTATIE LI-OM + LAT.FLEX. LI	ROTATIE LI-OM + LAT.FLEX. RE
ROTATIE RE-OM	ROTATIE RE-OM + LAT.FLEX. RE	ROTATIE RE-OM + LAT.FLEX. LI
LAT.FLEX. LI	LAT.FLEX. LI + ROTATIE RE-OM	LAT.FLEX. LI + ROTATIE LI-OM
LAT.FLEX. RE	LAT.FLEX. RE + ROTATIE LI-OM	LAT.FLEX. RE + ROTATIE RE-OM

Tabel 1