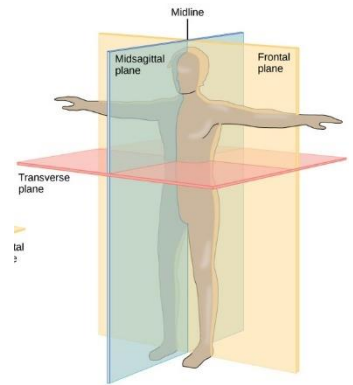




WAT?

Een 3D kinematische analyse geeft een beschrijving van de **bewegingen** van het lichaam in de **drie anatomische vlakken**. In het *sagittale vlak*, het zij-aanzicht, vinden flexie- en extensiebewegingen plaats. Dit verwijst naar het buigen en strekken van je grote gewrichten zoals de heup, de knie, de elleboog of de schouder. In het *frontale vlak*, het vooraanzicht, vinden ab- en adductiebewegingen plaats. Ad- en Abductie verwijst naar respectievelijk het openen en sluiten van onder andere je benen vanuit je heup. In het *transversale vlak*, of het bovenaanzicht, vinden rotatiebewegingen plaats. Hierbij verwijzen we naar het naar binnen of naar buiten draaien van je voeten.



WAAROM?

Een 3D kinematische analyse kan een heel objectieve en nauwkeurige beschrijving geven van de bewegingsuitslag van de verschillende gewrichten tijdens het wandelen, lopen, reiken, enz. Het voordeel van een 3D kinematische analyse is dat er rekening gehouden kan worden met bewegingen in de ruimte in plaats van bewegingen planair (2D), in één vlak, te beschouwen. Onze gewrichten zijn geen scharnieren die in slechts één vlak bewegen, maar hebben bewegingsmogelijkheden in alle vlakken. Dit type 3D analyse kan dit in kaart brengen. Door het vergelijken van de bewegingspatronen van verschillende gewrichten en in verschillende vlakken met normwaarden kunnen bewegingsbeperkingen opgespoord worden. Kennis van deze beperkingen kan helpen bij het begrijpen van een pathologie, bij het opstellen van behandeldoelen en bij het evalueren van de effecten van therapie.



WANNEER?

In het M²OCEAN worden de 3D kinematische analyses voornamelijk afgenomen binnen **onderzoeksprojecten**. Een 3D kinematische analyse kan ook **klinisch** worden voorgeschreven wanneer een arts zich zorgen maakt over afwijkingen van het bewegingspatroon bij vb. terugkerende loopblessures, kinderen met een neuromotorische ontwikkelingsstoornis, neurdegeneratieve aandoeningen. Het functioneel observeren van de beweging geeft dan niet meer voldoende inzicht en er is nood aan meer diepgaand en analytisch onderzoek. Voor klinische gangbeeldanalyses wordt er vanuit het UZA samengewerkt met het klinisch ganglabo van Heder.



HOE?

Een 3D kinematische analyse verloopt als volgt:

- **Reflecterende markers** worden aangebracht op de huid op anatomische referentiepunten volgens een vooraf bepaald model. Deze markers worden bevestigd met huidvriendelijke tape.
- De studiedeelnemer neemt plaats in het midden van de ruimte en neemt een T-pose aan voor het uitvoeren van een **statische calibratie**. Tijdens deze statische calibratie wordt via gespecialiseerde software het gebruikte biomechanisch model aangepast naar de kenmerken van de individuele studiedeelnemer.
- Er zal gevraagd worden om een **functionele activiteit** uit te voeren, vb. verschillende keren over en weer wandelen over de wandelweg. Camera's registreren de positie en de verplaatsingen van de reflecterende markers op het lichaam. Via gespecialiseerde software en aan de hand van biomechanische modellen worden deze markerposities gebruikt om de bewegingen van de verschillende gewrichten te berekenen.
- De bewegingsuitslag van de verschillende gewrichten kan grafisch worden weergegeven in een curve ten opzichte van een tijdsverloop.





*VOOR WIE MEER WIL WETEN

Marker Model

In het M²OCEAN bewegingslab gebruiken we in de meeste gevallen het Vicon **Plug-in Gait** model. Dit wordt ook wel eens het Vicon Clinical Model of het **Conventional Gait Model** (1) genoemd. Het grootste voordeel van dit model is zijn wijdverspreide gebruik in het domein van de ganganalyse. De belangrijkste nadelen zijn de beperkte nauwkeurigheid om bewegingen van de knie en de enkel buiten het sagittale vlak te registreren. Ook bij de romp en het bovenste lidmaat, vnl. de schouder, is er een vereenvoudiging van het gewricht.



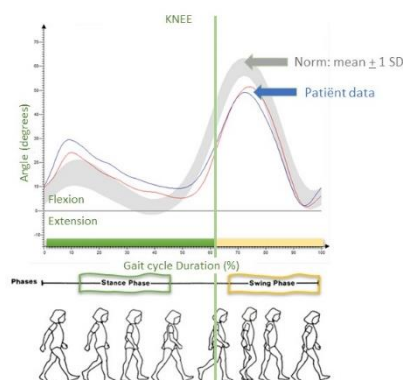
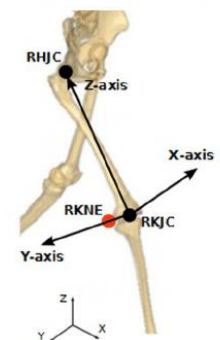
Reconstructie, labelling en filtering

Bewegingen van de markers doorheen de ruimte worden geregistreerd door 8 camera's die rondom de wandelweg gepositioneerd zijn. Het planaire beeld van deze afzonderlijke camera's wordt gereconstrueerd tot een 3D beeld. Vervolgens krijgt elke marker een uniek label. Om ruis ten gevolge van netstoring en beperkingen in resolutie te verwijderen, worden **filtering of smoothing** technieken toegepast. In het M²OCEAN lab kiezen wij voor een zero-phase shift Butterworth filter van de 2^e orde met een cut-off frequentie van 6 Hz. Deze filter houdt hoogfrequente ruis tegen en laat laag-frequente bewegingen door.

Lokale referentieroosters en gewrichtshoeken

Op basis van de markerposities tijdens de statische calibratie (T-pose) wordt voor elk segment een lokaal referentierooster gecreëerd. Een **lokaal referentierooster** is een assenstelsel dat gelegen is in het segment en meebeweegt met de persoon (tegenover een globaal referentierooster dat uitwendig gelegen is). Het lokaal referentierooster wordt zo opgebouwd dat de Y-as samenvalt met de flexie/extensie-as van het gewricht, de X-as geeft de as weer waarrond ad-abductie plaatsvindt en de Z-as loopt volgens de lengteas van het proximale segment. Gewrichtshoeken worden vervolgens berekend als de bewegingen (bepaald volgens de Euler/Cardan methode (2)) van het distale segment ten opzichte van de lokale referentierooster van het proximale segment. M.a.w. kniehoeken worden bepaald door de bewegingen van het onderbeen in het lokale referentierooster van het bovenbeen. In het M²OCEAN kunnen we zo gewrichtshoeken bepalen tot op 1° nauwkeurig.

(b) Knee coordinate system



Gewrichtshoeken: Hoe weergegeven en interpreteren?

De berekende gewrichtshoeken worden weergegeven in een grafiek waarop het tijdsverloop kan geïnspecteerd worden. Men plot de bewegingsuitslag rond een as (vb. knie flexie en extensie rond de Y-as, in graden) in functie van de gangcyclus, die weergegeven wordt van 0 tot 100%. Het onderscheid tussen de steun- en de zwaai fase wordt aangegeven door een verticale lijn (het moment van toe-off). Individuele curves kunnen vergeleken worden met de norm. Een hoek van 0° geeft de anatomische calibratiepositie weer. Positieve hoeken duiden op flexie (resp. adductie, interne rotatie), negatieve hoeken duiden op extensie (resp. abductie, externe rotatie).

Literatuur

1. Baker R, Leboeuf F, Reay J, Sangeux M. *The Conventional Gait Model : The Success and Limitations. The Handbook of Human Motion, 2017. p. 1-19.*
2. Davis RB, Ounpuu S, Tyburski D, Gage JR. *A gait analysis data collection and reduction technique. Hum Mov Sci. 1991;10:575-87.*

