

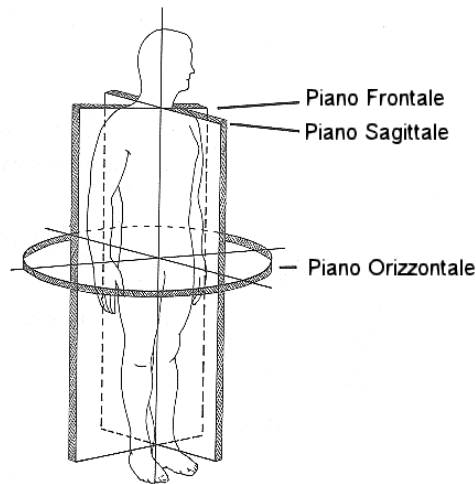
ARTICOLO TRATTO DAL SITO:

www.valentiniweb.com

I piani principali del corpo umano

La fisiologia associa al corpo umano tre piani, detti piani principali, che hanno un'importanza fondamentale nella descrizione del movimento articolare.

La posizione di riferimento del corpo (posizione anatomica) che si usa per definire questi piani è quella eretta con gli arti inferiori uniti. I piani principali normalmente definiti sono tre:



1. Il piano *sagittale*, definito come il piano di simmetria del corpo;
2. Il piano *frontale*, definito come il piano perpendicolare a quello sagittale che passa per il centro di massa del corpo nella sua posizione di riferimento;
3. Il piano *orizzontale*, definito come il piano ortogonale agli altri due e passante per il centro di massa del corpo.

E' importante notare come questa descrizione venga effettuata in modo oggettivo, essendo legata all'identificazione del centro di massa che non è un punto anatomico ed è interno al corpo.

Questo pone grossi problemi quando si desidera esprimere la posizione di punti anatomici rispetto alla terna ortogonale individuata dalle intersezioni dei piani principali, soprattutto nei nostri ambiti robotici.

Il problema si complica ulteriormente quando si considerano i singoli segmenti corporei o ossei. In questo caso in fisiologia si continua a parlare di piano sagittale, frontale, e orizzontale del segmento corporeo o del segmento osseo specifico. Poiché però i segmenti corporei ed ossei, salvo casi rari, non presentano ovvie simmetrie, difficilmente si riesce ad individuare in modo unico il piano sagittale e di conseguenza anche gli altri piani.

L'anca

L'anca è l'articolazione prossimale dell'arto inferiore ed è caratterizzata da tre gradi di libertà descritti secondo i seguenti assi:

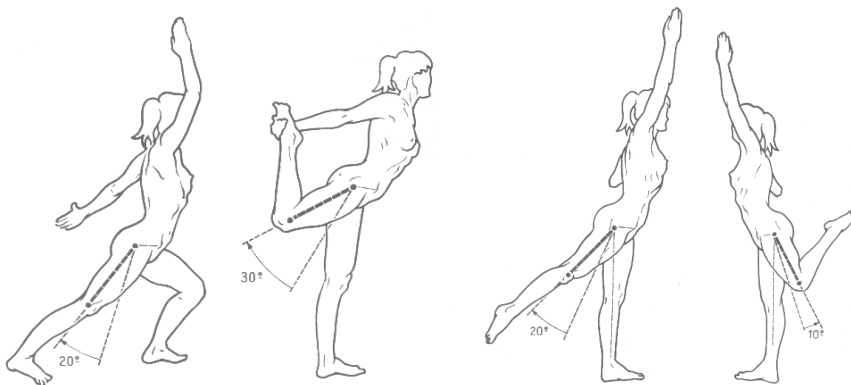
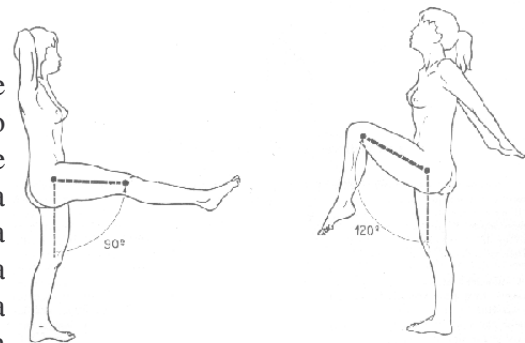
- un asse trasversale o medio laterale situato su un piano frontale passante per il centro dell'articolazione ed orizzontale. Rispetto a questo asse si effettuano i movimenti di flessione-estensione;
- un asse antero posteriore, posto su un piano sagittale passante per il centro dell'articolazione ed orizzontale. Rispetto al quale si effettuano i movimenti di adduzione-abduzione;
-

- un asse verticale che, quando l'anca è nella posizione di riferimento (soggetto in postura eretta), è molto vicino all'asse longitudinale dell'arto inferiore (asse che congiunge la testa del femore con il centro dei malleoli, nella posizione di postura eretta del soggetto). Rispetto a questo asse, si effettuano movimenti di rotazione, esterna ed interna.

Questi movimenti si svolgono a livello di un'articolazione singola, articolazione che realizza, infatti, un giunto sferico. La posizione anatomica o di riferimento per i movimenti dell'anca è quella con il soggetto in postura eretta. Questa posizione è valida anche per l'articolazione del ginocchio e della caviglia.

I movimenti di flessione e di estensione

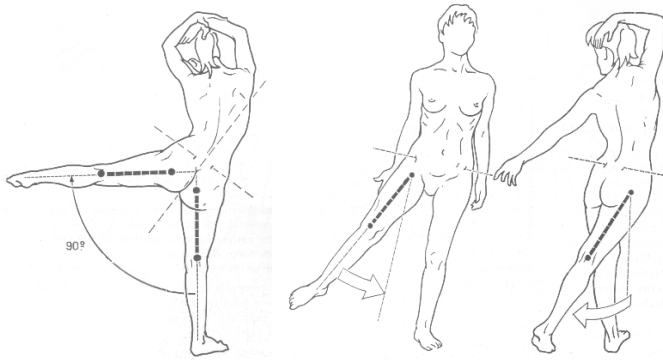
La *flessione* è il movimento che porta la parte anteriore della coscia verso il tronco, per cui la coscia e tutto l'arto inferiore si trovano anteriormente a un piano frontale passante per il centro dell'articolazione. L'ampiezza massima della flessione è condizionata da diversi fattori: a seconda che essa sia di tipo attivo o passivo e dalla flessione del ginocchio. Nei movimenti attivi dell'anca la flessione è di circa 90° con ginocchio esteso e di 120° con ginocchio flesso. Nella flessione passiva i valori cambiano rispettivamente in 120° e 140°.



L'*estensione* è il movimento che porta l'arto inferiore posteriormente al piano frontale. Come per la flessione la sua ampiezza è differente a seconda che sia di tipo attivo o passivo e che avvenga a ginocchio flesso o esteso. I valori tipici per un'estensione attiva sono: 20° e 10° rispettivamente per ginocchio esteso e ginocchio flesso. I valori caratteristici per un'estensione passiva sono 20° e 30°, rispettivamente per un affondo a ginocchio esteso e per ginocchio flesso tirato all'indietro.

I movimenti di abduzione e adduzione

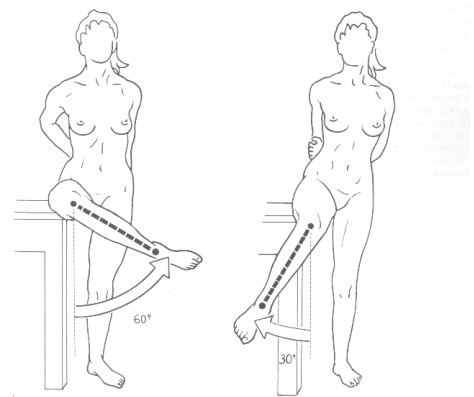
L'*abduzione* è il movimento che porta l'arto inferiore esternamente allontanandolo dal piano di simmetria del corpo. L'abduzione dell'anca, misurata come angolo tra l'asse longitudinale dell'arto inferiore e l'asse formato dall'intersezione del piano sagittale e frontale, raggiunge i 45° se è di tipo attivo ma può arrivare a 180° in movimenti passivi come nella "spaccata frontale" di una ballerina.



L'*adduzione* è il movimento che porta l'arto ad avvicinarsi al piano di simmetria del corpo umano. A causa del contatto degli arti inferiori non esiste un movimento di adduzione "puro"; esso è possibile solo se accompagnato da una lieve flessione o estensione dell'anca. Poiché il movimento di adduzione dipende dal grado di flessione o estensione dell'anca non si parla di escursione angolare tipica.

I movimenti di rotazione interna ed esterna

Questi movimenti avvengono rispetto all'asse verticale dell'articolazione. La rotazione *esterna* è il movimento che porta la punta del piede in fuori, quella *interna* lo porta in dentro. La relativa escursione massima viene misurata con il ginocchio flesso di 90°. A partire da questa posizione quando la gamba si inclina in fuori si misura la rotazione interna, la cui ampiezza massima varia da 30° a 40°. Quando la gamba si inclina in dentro si misura la rotazione esterna, che ha un'ampiezza massima di 60°.



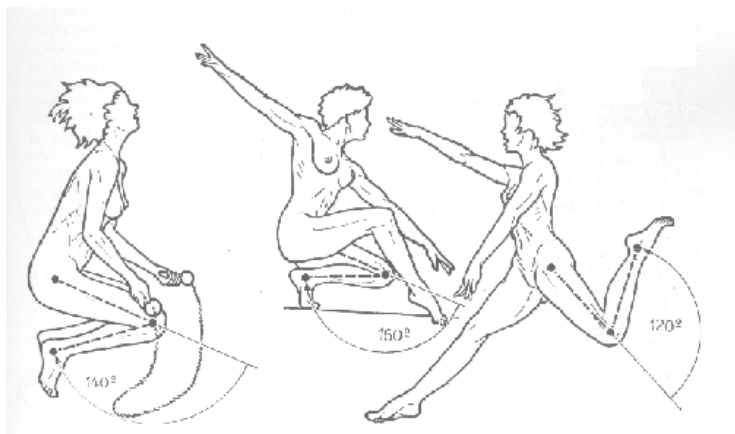
Il ginocchio

Il ginocchio è l'articolazione intermedia dell'arto inferiore. E' un'articolazione che ha principalmente due gradi di libertà, la flessione-estensione, e la rotazione interna-esterna. Il primo predomina in ampiezza sul secondo, il quale può avvenire solamente quando il ginocchio è in posizione di flessione.

I movimenti di flessione e di estensione

La *flessione* è il movimento che avvicina la faccia posteriore della gamba alla faccia posteriore della coscia. E' considerato come il movimento che avviene rispetto ad un asse posto sul piano frontale e che attraversa orizzontalmente i due condili femorali (asse di flessione-estensione). Poiché l'asse di flessione-estensione è orizzontale, a causa del valgismo fisiologico del ginocchio, esso forma un angolo di 93° con l'asse della gamba, e di 81° con il così detto asse anatomico del femore (asse della diafisi femorale). Ne consegue che durante la flessione completa, l'asse longitudinale, della gamba

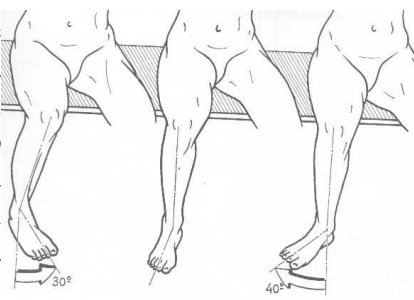
non si mantiene sul piano sagittale: il tallone si sposta medialmente, e quindi ad una flessione si accompagna sempre una adduzione.



L'*estensione* è il movimento per il quale, a partire dalla posizione anatomica, è possibile provocare, passivamente, movimenti di estensione limitati a 5° o 10° a partire dalla posizione di riferimento.

I movimenti di rotazione interna ed esterna

La rotazione interna-esterna della gamba attorno al suo asse longitudinale avviene solamente quando il ginocchio è flesso. La posizione di riferimento utilizzata per la sua misura è con il soggetto seduto a gambe pendenti, con una flessione del ginocchio pari a 90° gradi. In queste condizioni la rotazione interna, porta la punta del piede in dentro mentre la rotazione esterna la porta in fuori. L'angolo è quello che l'asse del piede forma con la sua posizione di riferimento. I valori tipici sono di 30° e 40°, rispettivamente per la rotazione interna ed esterna.



I movimenti di abduzione-adduzione

Il ginocchio non possiede questo grado di libertà. Esiste tuttavia un lieve movimento che la gamba può compiere intorno ad un asse perpendicolare all'asse di flesso-estensione e all'asse della gamba. Nella posizione di riferimento utilizzata per la valutazione della rotazione interna-esterna la gamba presenta un breve movimento passivo di abduzione-adduzione che però scompare del tutto a ginocchio esteso; se questo movimento persiste anche a ginocchio esteso il comportamento va ritenuto patologico. Ad ogni modo, a causa del valgismo fisiologico del ginocchio durante la flessione, la gamba si porta verso il piano di simmetria del corpo, movimento che sul piano frontale può essere visto come un movimento di adduzione. Il valore tipico di questo angolo è 10°- 15°.

La caviglia e il piede

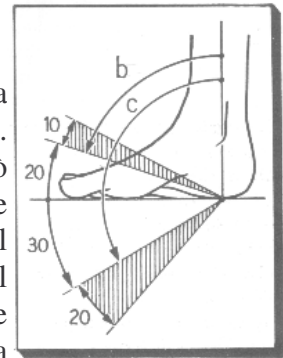
La caviglia e le articolazioni del piede permettono a quest'ultimo un movimento caratterizzato da tre assi e tre gradi di libertà:

- un asse trasversale passante tra i malleoli: esso corrisponde all'asse di rotazione dell'articolazione tibio-tarsica, su cui si effettuano i movimenti di flesso-estensione (flessione dorsale e flessione plantare rispettivamente),
- l'asse longitudinale della gamba intorno al quale si effettuano i movimenti di abduzione ed adduzione,
- l'asse longitudinale del piede intorno al quale si effettuano i movimenti di rotazione interna-esterna.

Mentre il movimento di flesso-estensione è conferito alla caviglia, gli altri due gradi di libertà del piede sono da attribuire, anche se in rapporti differenti, all'articolazione *astragalo-calcaneale*, *medio-tarsica*, *tarso-metatarsica* e *scafo-cuboidea*. Il ruolo che le articolazioni del piede rivestono in realtà è duplice, infatti oltre a dare al piede i gradi di libertà menzionati hanno l'importante compito di adattarlo alle asperità del terreno modificandone la sua forma, e di creare tra suolo e gamba un sistema di ammortizzatori che dia al passo elasticità e scioltezza. Le caratteristiche cinematiche del piede risultano quindi piuttosto complesse, data anche la natura di questa estremità e la diversità delle funzioni che è chiamata/deputata a compiere: compiti di presa, compiti di equilibrio stazionario, compiti sensitivi, etc. Dal punto di vista della sua riproduzione robotica questo giunto viene quindi spesso semplificato ed analizzato solo per la sua funzione nel compito di camminamento.

I movimenti di flessione e di estensione

La posizione di riferimento per la flesso-estensione del piede si realizza quando il piano plantare è perpendicolare all'asse longitudinale della gamba. Partendo da questa posizione, la flessione del piede (che come si è detto può essere attribuita alla caviglia), è il movimento che avvicina il dorso del piede alla faccia anteriore della gamba, mentre l'estensione del piede allontana il dorso dello stesso dalla faccia anteriore della gamba e lo porta a disporsi sul prolungamento della stessa. L'angolo di flesso-estensione del piede viene misurato come l'angolo che la pianta del piede forma con l'asse verticale della gamba. In flessione questo angolo ha valori massimi tipici che variano da 20° a 30°, mentre in estensione la sua ampiezza varia da 30 a 50 gradi.



I movimenti di abduzione-adduzione

La posizione di riferimento è con il piede sul piano orizzontale, in queste condizioni si ha un movimento di abduzione quando la punta del piede si porta in dentro, verso il piano di simmetria del corpo, mentre si ha un movimento di adduzione quando la punta del piede gira all'esterno e si allontana dal piano di simmetria. L'ampiezza dei movimenti di adduzione-abduzione eseguiti unicamente nel piede varia dai 35° ai 45°. Va tenuto presente che il movimento del piede sul piano orizzontale può essere aumentato grazie alla somma delle rotazioni esterne-interne del ginocchio e dell'anca che possono portare il piede ad abduzioni di 90°.

I movimenti di rotazione interna-esterna

La posizione di riferimento è quella definita per il movimento di flesso-estensione. La rotazione interna è il movimento che orienta la pianta del piede verso l'interno, questo movimento viene indicato come *supinazione*. L'ampiezza di questo movimento è di circa 50°. La rotazione esterna è il movimento che orienta la pianta del piede verso l'esterno, viene indicato come movimento di *pronazione*. L'ampiezza di questo movimento è circa la metà di quello di supinazione e varia dai 20° ai 25°.