UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FERRARA

DIPARTIMENTO DI MORFOLOGIA, CHIRURGIA E MEDICINA SPERIMENTALE

LAUREA IN FISIOTERAPIA

Coordinatore: Prof. Silvano Capitani

AFFIDABILITA' INTRA E INTER ESAMINATORE DELLA PEDANA STABILOMETRICA CYBER SABOTS: UNO STUDIO SPERIMENTALE

Relatore:

dott. Gustavo Alberto Zanoli

Laureanda:

Giulia Peruzzi

Correlatore:

dott. Daniele Zannini

Anno accademico 2012-2013

INDICE

ABSTRACT 3

INTRODUZIONE 5

- IL SIGNIFICATO DI "POSTURA" E "POSTUROLOGIA" 5
- COME SI VALUTA LA POSTURA 6
- LE PEDANE STABILOMETRICHE 7
- LA PEDANA STABILOMETRICA CYBER SABOTS 11
- SCOPO DELLO STUDIO 25

MATERIALI E METODI 26

- STRUTTURA DEL CAMPIONE 26
- STRUMENTO 28
- METODI DELLO STUDIO 30
- ANALISI DEI DATI 34

RISULTATI 35

- ANALISI DELL'AFFIDABILITÀ 42

DISCUSSIONE 48

- LIMITI 57
- PROPOSTE PER IL FUTURO 58

CONCLUSIONI 59

BIBLIOGRAFIA 60

ALLEGATI 64

- **QUESTIONARIO GENERICO NON VALIDATO SULLO STATO DI SALUTE** **64**
- **QUESTIONARIO GENERICO SULLO STATO DI SALUTE SF-36** **68**
- **DOMANDE DI ROUTINE** **70**

RINGRAZIAMENTI 71

ABSTRACT

Background (introduzione): Attualmente in letteratura sono presenti diverse tecniche per valutare la postura ma, dagli ultimi anni si sta diffondendo l'utilizzo di pedane stabilometriche o piattaforme di forza che si prefiggono di dare una stima dell'equilibrio e dei disturbi ad esso correlati. Esistono diversi tipi di piattaforme stabilometriche tuttavia, per ogni pedana esistente in commercio, spesso non corrispondono studi che ne certifichino l'affidabilità o la validità, come nel caso della pedana Cyber Sabots, oggetto di questo studio.

Obiettivo/i: Lo scopo di questo studio è valutare l'affidabilità intra esaminatore e inter esaminatore della pedana stabilometrica Cyber Sabots.

Metodi: Il campione dello studio è costituito da un numero di 23 soggetti sani e volontari con un'età media di 38,78±12,32 anni. Due operatori hanno eseguito in totale 3 valutazioni sulla pedana stabilometrica all'interno di un setting standardizzato. Ogni valutazione comprendeva un'acquisizione eseguita in modalità "occhi aperti" e una in modalità "occhi chiusi". I test si svolgevano in giornate diverse, in un intervallo di massimo 7 giorni dalla data della prima valutazione. Ogni soggetto stabiliva un orario per tutte le valutazioni con una variazione massima di ±4 ore. Se le condizioni del soggetto non erano simili a quelle della volta precedente, l'acquisizione doveva essere ripetuta. Sono stati valutati i seguenti parametri: % peso piede sinistro, % peso piede destro, % peso avampiede sinistro, % peso retropiede sinistro, % peso avampiede destro, % peso retropiede destro, IVV, Xm, Ym, Area, Lunghezza, Lunghezza x, Lunghezza y, Pendio, Ano2x, Ano2y, LFS, QRMG, QRMGVV, VarVit.

Risultati: Nella modalità di valutazione a "occhi aperti" sono risultati con coefficiente di Cronbach>0.60 e con ICC>0.70 i parametri: % peso piede sinistro; % peso avampiede sinistro; % peso retropiede sinistro; % peso avampiede destro; % peso retropiede destro; x medio; y medio; lunghezza; lunghezza x; lunghezza y; LFS; VarVit, sia per l'affidabilità intra esaminatore che per le due affidabilità inter esaminatore valutate. Parametri come: % peso piede destro; IVV; Pendio; Ano2x; Ano2y; sono risultati con Coefficiente di Cronbach<0.60 e ICC<0.70 per entrambi gli agreement valutati. Non è stato possibile calcolare l'affidabilità delle variabili QRMG e QRMGVV in quanto i dati raccolti rappresentavano una costante pari a 0. Nella modalità di valutazione "occhi chiusi" sono risultati con coefficiente α>0.60 e ICC>0.70 i parametri: % peso piede sinistro; % peso piede destro, % peso avampiede sinistro,

% peso retropiede sinistro; % peso avampiede destro; % peso retropiede destro; IVV; x medio; y medio; Area; lunghezza; Lunghezza x; Lunghezza y; LFS; VarVit sia per l'affidabilità intra operatore che per quella inter operatore. I parametri che hanno ottenuto un coefficiente $\alpha<0.60$ e un ICC<0.70 per entrambi gli agreement verificati sono: Ano2x, Ano2y; Pendio; QRMG e QRMGVV.

Discussione (includere limiti dello studio) e conclusioni: Dai risultati dello studio si evince che i parametri inerenti il calcolo percentuale del peso del piede destro e del piede sinistro, la lunghezza, la lunghezza nelle sue componenti x e y, LFS, x medio, y medio e VarVit godono di ottima affidabilità intra e inter esaminatore mentre, parametri come: Pendio; Ano2x, Ano2y; QRMG e QRMGVV risultano poco o per nulla ripetibili sia confrontando valutazioni dello stesso operatore, sia quelle di operatori diversi. L'IVV e Area sono i parametri risultati più affidabili nella modalità "occhi chiusi" piuttosto che in quella a "occhi aperti". Nonostante si trattasse di un setting altamente standardizzato (non necessariamente riproducibile nelle applicazioni pratiche) e di un piccolo campione di soggetti sani, si può affermare che Cyber Sabots può essere considerata uno strumento affidabile nella maggior parte dei suoi parametri. Obiettivo futuro dello studio può essere quello di verificare la validità della pedana nel processo decisionale clinico e, in particolare, quali tra i parametri risultati affidabili siano realmente significativi per la valutazione clinica del controllo posturale.

Parole chiave: Pedana stabilometrica; Piattaforma di forza; Cyber Sabots; Postura; Affidabilità.

INTRODUZIONE

IL SIGNIFICATO DI "POSTURA" E "POSTUROLOGIA"

Lo studio della postura ha da sempre suscitato grande interesse ma allo stesso tempo anche opinioni diverse su come poterla classificare. Per avere dunque una visione olistica della parola, è necessario citare diverse fonti. La postura può essere definita come l'atteggiamento abituale di una persona, determinato dalla contrazione di gruppi di muscoli scheletrici che si oppongono alla gravità e, dal modo con il quale l'individuo comunica con l'ambiente esterno. La postura è dunque l'adattamento personalizzato di ogni individuo all'ambiente fisico, psichico ed emozionale[1]. Esplorando invece il vocabolario Mesh del database di Pubmed , troviamo alla voce "posture" questa definizione: "The position or attitude of the body", ossia la posizione o la posa che può assumere un corpo.[2]

Di conseguenza il significato di "postural balance" non può non essere correlato, affermandosi come quella postura ottenuta dalla distribuzione della massa corporea.[3]

Addentrandosi più nell'aspetto neurofisiologico, la postura è vista come l'atteggiamento abituale di un individuo determinato dalla contrazione di gruppi di muscoli scheletrici che si oppongono alla gravità, ma il tutto è regolato dai centri superiori del sistema nervoso e dal midollo spinale.[4]

La postura poi, in una visuale più complessa, è stata fonte di ispirazione per lo sviluppo di teorie che l'hanno vista appartenere a modelli di tipo biomeccanico, neurofisiologico o psicosomatico.[5] Queste ultime la consideravano di conseguenza come frutto di fattori di natura biomeccanica, neurofisiologica o psicoemotivo - relazionale.[6]

Sotto l'aspetto clinico, può essere individuata come all'origine di certe patologie o disfunzioni muscolo scheletriche. Altri approcci invece, la suggeriscono non come causa ma come conseguenza di una molteplicità di fattori che agiscono sul corpo.[7] A sostegno di quanto detto si citano alcuni studi scientifici di tipo ergonomico, i quali dimostrano che, posture corrette durante il lavoro riducono il dolore in quanto viene diminuito lo stress a livello osteoarticolare, ma il dolore del rachide cervicale, lombare e dell'articolazione temporo-mandibolare non sembrano ancora essere direttamente collegati con la postura secondo alcune fonti della letteratura.[8,9]

Nonostante i diversi modi per intendere o classificare questo concetto, la posturologia è la disciplina che ne deriva, occupandosi nello specifico dello studio scientifico e clinico della postura.[6] La posturologia, è stata classificata anche come branca della medicina non convenzionale e individuata come la disciplina che studia i rapporti tra la postura e i vari disturbi funzionali corporei.[7]

▪ COME SI VALUTA LA POSTURA

Esistono diversi modi per valutare la postura e il movimento umano e, possono essere distinti a seconda della strumentazione utilizzata. Il sistema optoelettronico ad esempio, è composto da una serie di telecamere volte a captare delle immagini bidimensionali misurando le coordinate di alcuni marker posizionati sul corpo dell'utente. I fotogrammi rilevati vengono poi combinati insieme attraverso algoritmi matematici per creare un'immagine tridimensionale di output. I marker utilizzati possono essere di tipo passivo (riflettono la luce) o attivo (serie di piccole lampadine) e vengono solitamente collocati in punti di interesse. A seconda della direzione della luce emessa o riflessa dal marker, vengono poi calcolate le sue coordinate dalle quali è possibile ricavare la traiettoria, le grandezze angolari, le velocità e le accelerazioni del corpo.

Esistono poi tecniche elettromiografiche che utilizzano dunque uno strumento chiamato elettromiografo che ha lo scopo di rilevare l'attività elettrica delle unità motorie dei muscoli sui quali è stato posto un elettrodo. Altri apparecchi tecnologici possono essere rappresentati da specifici sensori che si distinguono in: accelerometri, inclinometri e giroscopi. L'accelerometro è uno strumento che produce un segnale elettrico proporzionale all'accelerazione che gli viene applicata. Dalla misura dell'accelerazione ottenuta poi, attraverso calcoli matematici, viene ricavata la velocità e la posizione. Gli inclinometri sono apparecchi basati sul principio del filo a piombo. Sono costituiti da un pendolo che si orienta esattamente secondo una linea verticale determinata dalla forza di gravità. I giroscopi, sono sensori che permettono la misura della velocità angolare o della velocità degli angoli di rotazione di un corpo in movimento. La rilevazione di questi dati segue determinate leggi della fisica come la legge di Newton.

Esistono poi i sistemi dinamometrici, rappresentati dall'utilizzo di piattaforme di forza o pedane stabilometriche. Esse sono costituite da una matrice di sensori applicati su di una

superficie che rilevano la pressione o la forza esercitata dal corpo con il quale vengono in contatto. Le pedane rilevano la forza lungo gli assi x, y, z analizzando ogni componente e, creando un vettore finale unico che è dato dalla risultante delle tre forze.

Il principale strumento diagnostico della posturologia può essere comunque identificato nello stabilometro, ossia un'apparecchio usato per la valutazione dei disturbi dell'equilibrio il cui principale scopo è quello di traslare le oscillazioni meccaniche del baricentro umano in segnali elettrici che vengono di conseguenza amplificati, registrati e analizzati, conferendo in questo modo una misura della stabilità della postura.[7]

Dalla posturologia generale si passa dunque alla stabilometria, una tecnica con lo scopo di individuare la performance del controllo posturale quantificando le oscillazioni del baricentro durante la postura eretta. Vengono registrate le traiettorie del centro di pressione che risultano essere direttamente correlate alle oscillazioni del centro di massa, in modo tale da conferire informazioni circa le strategie di controllo posturale del soggetto.[10,11]

Nel dettaglio comunque, la differenza tra il concetto di "posturologia" e "stabilometria", sta nel fatto che la prima ha lo scopo di analizzare la postura a partire da come il soggetto distribuisce il carico sui piedi, la seconda invece valuta la postura a partire dalla proiezione dei baricentri parziali (cioè dei due piedi) e del baricentro generale in tempi e modi stabiliti dall'esame stesso. La baropodometria invece riveste un'altra funzione ancora, ossia valutare l'ampiezza della zona sottoposta a pressione. In altri termini, essa dà una misura della pressione rilevata dal contatto del piede contro la superficie della pedana stessa.[12]

- LE PEDANE STABILOMETRICHE

Dalla fine degli anni '80 e l'inizio degli anni '90, cominciarono a essere realizzati i primi modelli di pedane stabilometriche. Da quando cominciarono a diventare disponibili sul mercato le prime strumentazioni per la posturografia statica e dinamica, seguirono due o tre decenni di sviluppo e innovazione in materia di pedane stabilometriche.[13] A causa della loro relativa semplicità d'uso e prezzi concorrenziali in calo, l'uso di questi macchinari diventò sempre più diffuso.[14] Si sentiva l'esigenza di dare una misura all'equilibrio corporeo, che non derivasse esclusivamente dalla somministrazione di test clinici (come la Berg Balance Scale, il Rivermead Mobility Index, il Functional Reach Test piuttosto che il Time and Up Go Test) ma anche dalla somministrazione di test di laboratorio. La differenza sostanziale tra i due

metodi, consiste soprattutto nel fatto che per i test clinici la validità e l'affidabilità è stata dimostrata da numerosi studi in letteratura, per i test di laboratorio invece questo deve ancora essere affermato con certezza, anche se questi potrebbero dare delle misure più accurate delle strategie di controllo posturale nella pratica clinica.[15]

In letteratura vengono riportati alcuni esempi di pedane stabilometriche denominate "force plates". Una "force plate" basilare, è composta da una superficie rigida e piatta sostenuta in tre o più punti da trasduttori indipendenti di forza. Ogni qualvolta un soggetto mantiene la postura eretta al di sopra di una pedana stabilometrica, vengono calcolate le forze di reazione al terreno. Le forze di reazione calcolate, conferiscono indirettamente una misura delle oscillazioni del baricentro. Una pedana stabilometrica idealmente valuta quattro aspetti del controllo posturale: la stabilità in statica, la stabilità in dinamica, la simmetria e l'equilibrio in dinamica. La stabilità è l'abilità nel mantenere il corpo nella maniera più immobile possibile, considerata anche una misura delle oscillazioni corporee. La simmetria è l'abilità nel distribuire equamente il peso nei due piedi in stazione eretta, considerata anche come misura del centro di pressione, del centro delle forze o del baricentro (a seconda di come viene classificato dallo strumento in considerazione). La stabilità in dinamica è l'abilità nel trasferire la proiezione verticale del centro di gravità all'interno una base di appoggio fissa, considerata anche come la capacità di spingersi al limite dell'equilibrio senza perderlo. L'equilibrio in dinamica invece è la capacità del corpo di rispondere a perturbazioni esterne date dalla piattaforma che può muoversi nelle diverse direzioni dello spazio, ossia in senso antero-posteriore o medio-laterale.[16] In generale comunque, le piattaforme o pedane di forza, sono strumenti di misura che permettono di quantificare la forza di reazione associata a un corpo in posizione statica o in movimento, al fine di quantificare l'equilibrio, il cammino o altri compiti motori della biomeccanica. Gli ambiti di applicazione più comuni sono quello clinico e quello sportivo. Questo strumento, consente una misura diretta della grandezza d'interesse fornendo in uscita le componenti e le coordinate del punto di applicazione del vettore forza di reazione. Quest'ultimo poi, può essere utilizzato, unitamente ai dati di cinematica, per la stima dei momenti e delle potenze articolari. Ad ogni modo, come ogni grandezza qualsivoglia misurare, la sua stima può essere soggetta ad errore riconducibile alla strumentazione utilizzata, oppure dalla metodologia adottata per effettuare la misura stessa.[17] La piattaforma di forza più semplice, è riconducibile ad una pedana con un unico piedistallo, sensorizzato come una cella di carico.

I design più avanzati, propongono una coppia di piattaforme rettangolari costituite da quattro celle di carico o sensori di forza. Le piattaforme di forza più semplici misurano solamente la componente verticale della forza nel centro geometrico della piattaforma. I modelli più avanzati, misurano le componenti tridimensionali della forza e il suo punto di applicazione, altresì denominato centro di pressione, oltre al momento verticale della forza. Le piattaforme di forza possono essere distinte "a singolo pilone" e "a pilone multiplo" e, in base al tipo di trasduttore in: estensimetriche, piezoelettriche, capacitive, piezoresistive. Generalmente, i trasduttori estensimetrici, sono più comunemente utilizzati nelle indagini posturografiche, in quanto questo tipo di misura non presenta molte componenti in alta frequenza. I sensori piezoelettrici invece, risultano più adeguati per le misure ad alta frequenza. Queste distinzioni comunque non sono universali, ma sono a discrezione delle case produttrici.[17]

Studi scientifici hanno dimostrato l'affidabilità di pedane stabilometriche nel determinare il centro di pressione durante la stazione eretta a occhi chiusi e, di conseguenza, l'affidabilità nel determinare i suoi parametri derivati di area e media della velocità di spostamento.[18]

Una recente revisione sistematica confermerebbe quanto detto dall'articolo sopra citato, ma con alcune puntualizzazioni. Questo lavoro infatti sostiene che, la maggior parte degli studi in essa analizzati (81.3%) dimostrano avere una buona affidabilità nel rilevare il centro di pressione. Per quanto riguarda la durata e la frequenza dell'acquisizione, afferma che sarebbero necessari almeno 90 secondi e una frequenza di campionatura di 100 Hz (con valore di cut-off di 10 Hz) per acquisire con maggior affidabilità i parametri di misura del centro di pressione. Non è stata data alcuna informazione però riguardo la posizione dei piedi durante l'esame stabilometrico.[19]

La posturografia comunque, può rappresentare dei limiti di utilizzo al suo interno come testimoniano alcuni studi. Uno di questi effettuato nel 1994, metteva a confronto i risultati di alcuni test di laboratorio con quelli derivati dall'utilizzo di pedane stabilometriche, per valutare disturbi di equilibrio di origine centrale o periferica. E' emerso che le pedane stabilometriche non erano in grado di conferire alcuna informazione sull'eziologia del problema, ma piuttosto sottolineavano quanto un soggetto sapesse utilizzare le sue strategie di mantenimento dell'equilibrio e quanto i disturbi di equilibrio potessero influire sull'attività della vita quotidiana dell'individuo. Questo tipo di valutazione però, poteva

essere utile per dare una misura del beneficio che i pazienti potevano avere dopo un trattamento fisioterapico.[20]

Una conclusione simile è stata tratta in una metanalisi condotta nel 1996, che confrontava la sensibilità e la specificità delle pedane stabilometriche all'epoca in uso, con altri test per la misurazione dei disturbi dell'equilibrio per problemi di origine vestibolare, disturbo di Ménière, vertigini e disturbi di origine centrale con influenza sull'equilibrio.

La sensibilità e la specificità dell'esame posturografico era stimata circa al 50%, classificando quindi questa metodica valida solo come supplemento ai test di valutazione standard per i disturbi sopra elencati.[21]

Le cose non sembrano essere di molto cambiate neanche tenendo in considerazione uno studio di recente pubblicazione, che vede riuniti 60 ricercatori e esperti nell'uso della posturografia provenienti da 14 diversi paesi europei. Gli esperti hanno fatto "l'inventario" e analizzato le diverse metodologie di posturografia correnti usate per la valutazione clinica. Le indicazioni per la valutazione clinica, erano definite circa i parametri di misura, le analisi tecniche sia delle perturbazioni che dei segnali per aumentare la valutazione del controllo posturale. All'unanimità, gli esperti hanno deciso che una pedana stabilometrica non può essere ancora considerata come una tecnica che da sola può rappresentare un test clinico sufficiente per la valutazione dei disturbi neurologici e muscolo scheletrici, per la valutazione di trattamenti riabilitativi o per la valutazione della previsione di cadute. Dovrebbe quindi essere supportata da altri metodi di valutazione complementare come l'esame elettromiografico o l'utilizzo di accelerometri. Allo stato attuale quindi, nessun test di posturografia applicabile risulta essere dotato di sufficiente sensibilità o specificità per la diagnosi dei disturbi dell'equilibrio.[22]

In commercio esistono diversi tipi di pedane stabilometriche di diverse aziende produttrici. Purtroppo, le informazioni inerenti ai loro parametri di affidabilità, sensibilità e specificità, sono nello specifico poco o per nulla disponibili. Sfogliando il database di Pubmed infatti, si possono trovare numerosi studi che trattano dell'utilizzo clinico-diagnostico di diverse piattaforme di forza ma, le caratteristiche di bontà dello strumento sono spesso tralasciate o non pubblicate. In altre parole, ad ogni pedana che si possa trovare in commercio spesso non corrisponde uno studio che ne verifichi le sue proprietà psicometriche. Ogni piattaforma stabilometrica poi, può avere un diverso modo di rappresentare il centro di pressione e le sue componenti. Ad esempio alcune quantificano l'equilibrio del soggetto misurando in

centimetri la distanza del centro di pressione individuale rispetto al centro di pressione ideale, come nell'esempio della pedana Chattecx Balance System; altre misurano invece il centro di pressione a partire dall'area di oscillazione, dalla lunghezza di oscillazione e dalle sue coordinate x e y, come nel caso della Postural Health Station e della pedana oggetto dello studio.[23]

- LA PEDANA STABILOMETRICA CYBER SABOTS

Cyber Sabots è una pedana stabilometrica frutto di esperienza e teorie della scuola francese di posturologia. E' il risultato di evoluzioni, modifiche e studio di altre pedane stabilometriche antecedenti. Nel 1985, l'Associazione Francese di Posturologia ha inedito le prime norme stabilometriche inerenti la piattaforma semplice a tre punti (APF 85). La gamma dei descrittori della postura definiti dall'Associazione Francese di Posturologia (APF), si rapportava alla lettura dell'uomo a partire dalla stazione eretta, alla simmetria ortostatica posturale, all'instabilità, alla spesa energetica e alle singolarità rappresentate negli stabilogrammi e delle curve di auto e intercorrelazione. In questo modo il clinico poteva rapportare la sua valutazione alle medie statistiche stabilite dall'APF su delle coorti di soggetti stratificati per età e sesso nelle due condizioni visive: occhi aperti e chiusi.[24] La prima modifica della piattaforma semplice è stata fatta potenziandola da 5 a 10 Hz e da 12 a 16 bits. Nel 1999 vennero depositati due brevetti: uno su una piattaforma semplice, precisa e ultrapiatta, l'altro sull'idea in evoluzione dei sabots dinamometrici (letteralmente "zeppe" dinamometriche) per l'analisi separata dei 4 appoggi podalici.

Ciò che ha fatto partorire questo concetto, ossia l'ideazione di una pedana che avesse due piattaforme stabilometriche (una per piede) divise ciascuna in altre due sezioni (una per l'appoggio dell'avampiede e una per l'appoggio del retropiede), è nata dall'analisi che i ricercatori dell'Associazione Francese di Posturologia avevano fatto sui possibili limiti che potevano emergere dall'utilizzo in clinica della piattaforma unica bipodale. La piattaforma bipodale a tre punti, è costituita da una placca rigida supportata da tre trasduttori di forze.[25] Il baricentro degli appoggi esercitati verticalmente dai piedi del soggetto sulla piattaforma (centro di pressione) esprime a sua volta la proiezione verticale del centro di massa e gli effetti dinamici delle attività soleari che controllano l'inclinazione del vettore stesso.[26,27]

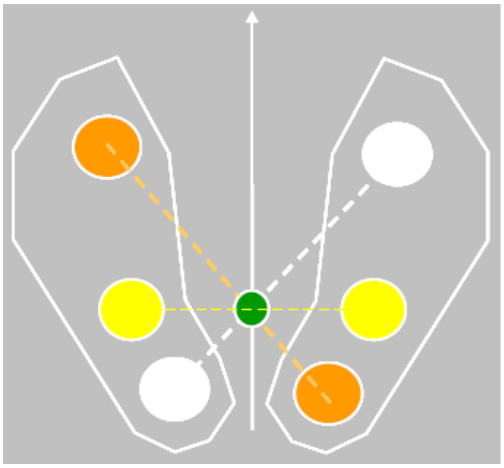
Ad ogni istante, il centro di pressione è definito da x (distanza dal piano sagittale dello statochinesigramma (positivo verso destra, negativo verso sinistra) ed y, distanza del centro di pressione alla verticale dell'asse bi malleolare (positivo verso l'avanti). La successione di tutte le posizioni del centro di pressione durante il tempo dell'acquisizione disegna uno statochinesigramma, che è un'immagine riassuntiva del tragitto percorso dal centro di pressione durante il tempo dell'acquisizione. Registrando le componenti xy del centro di pressione (CDP), si può quindi valutare lo spostamento medio xm e ym e quindi, segnare le oscillazioni medie secondo il piano sagittale e medio-laterale del soggetto. La piattaforma unica però, riduce l'individuo ad un punto solo del centro di pressione che è il risultato della reazione al suolo degli appoggi plantari totali, tralasciando l'informazione della relativa distribuzione della forza. L'uso di due piattaforme monopodali, darebbe un accesso quantificabile ai ruoli rispettivi della muscolatura delle caviglie e delle anche nel controllo dell'equilibrio del soggetto in diverse posizioni: stazione normale, i piedi in tandem o disposti in diagonale. Questo non è reso possibile dalla pedana bipodale, perche ha una superficie non divisibile. Winter ha studiato l'uso di due piattaforme monopodali dotate ognuna di quattro trasduttori disposti lungo il perimetro del rettangolo. Lo scopo era determinare il CDP di ogni piede relativamente al referenziale locale per poi calcolare il CDP generale. Ogni piattaforma fornisce la posizione e l'intensità del Centro di Forze di ogni piede permettendo di osservare il bilancio degli appoggi destro-sinistro. Lo studio dimostra che, il ruolo della muscolatura può essere valutato sia tra coefficienti d'intercorrelazione delle escursioni del CDP di ogni piede e il coefficiente d'intercorrelazione delle escursioni del CDP generale e, sia tra i valori degli appoggi sinistro e destro con loro somma.[28,29] Gli errori che l'uso di una pedana bipodale potrebbe effettuare, sono riconducibili a: problemi legati alla scelta dello zero referenziale, distribuzione delle forze podaliche e del centro di forza, mancata distinzione tra il "piede perno" e il "piede motore". La letteratura e le norme della APF 85 hanno norme discordanti circa la scelta dello zero referenziale. La letteratura considera come zero referenziale l'asse bi malleolare, le norme APF invece, precisano che il riferimento di misura deve essere in rapporto con un riferimento fisso ai piedi del soggetto. Perché il programma di elaborazione possa effettuare una trasformazione del punto di riferimento, è necessario conoscere con precisione la posizione dei piedi sulla piattaforma. Il riferimento di misura quindi, deve essere in rapporto con il centro del poligono di sostegno degli appoggi plantari, la cui misura dipende dalla taglia del piede. Degli studi hanno dimostrato che la

scelta di un numero sbagliato di scarpe comporterebbe a un errore di localizzazione del CDP di circa 4 mm secondo l'asse sagittale e che, gli errori di posizionamento che superano ampiamente il millimetro, sono una delle cause di non riproducibilità degli esami nello stesso soggetto. Il problema potrebbe essere ovviato quindi, dalla scelta di indicare sulla superficie della piattaforma le sagome dei diversi numeri delle scarpe. Ma, il posizionare correttamente i piedi può servire relativamente se le due piattaforme delle pedane monopodali a loro volta non fossero collocate l'una rispetto l'altra in una posizione standard. Per questo motivo, gli ingegneri della pedana Cyber Sabots, hanno pensato di creare uno stampo con due forme all'interno delle quali fosse possibile inserire le zeppe. In questa maniera, il clinico poteva essere guidato durante il posizionamento delle zeppe e, veniva inoltre creata l'opportunità di poter effettuare valutazioni standardizzate con due possibili posture: o a piedi paralleli, o con i piedi disposti a 30° con i talloni distanziati di 2 cm. Se i piedi fossero liberi di posizionarsi, così come le zeppe, le equazioni per calcolare il posizionamento del CDP si complicherebbero e potrebbero essere più soggette a errore di misura. [**Figura 1**]

[**Figura 1**] *Esempi di come si possono posizionare le zeppe Cyber Sabots: piedi disposti a 30° o paralleli.*

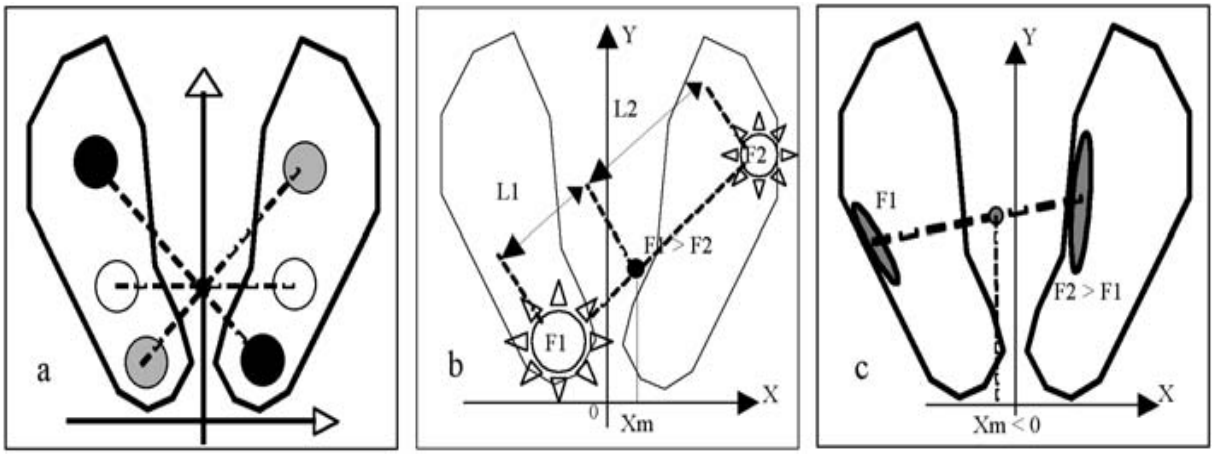
Altro problema è rappresentato dal fatto che, se si acquisisse solo il CDP generale durante la valutazione, come avviene con l'utilizzo della piattaforma semplice bipodale, non ci sarebbe alcun modo per determinare come vengono distribuiti i carichi parziali di ogni piede, il ruolo di ciascun piede, così come il loro centro di pressione. Tesi a conferma di quanto appena

detto, è il principio geometria euclidea: allo stesso modo in cui si può affermare che per un punto passano infinite rette, si può dire anche che il CDP generale può essere rappresentato da infiniti CDP parziali di ogni piede. Ad esempio, un appoggio diagonale tallone sinistro – metatarso destro crea la stessa rappresentazione di CDP totale di un appoggio diagonale tallone destro – metatarso sinistro. [**Figura 2**]



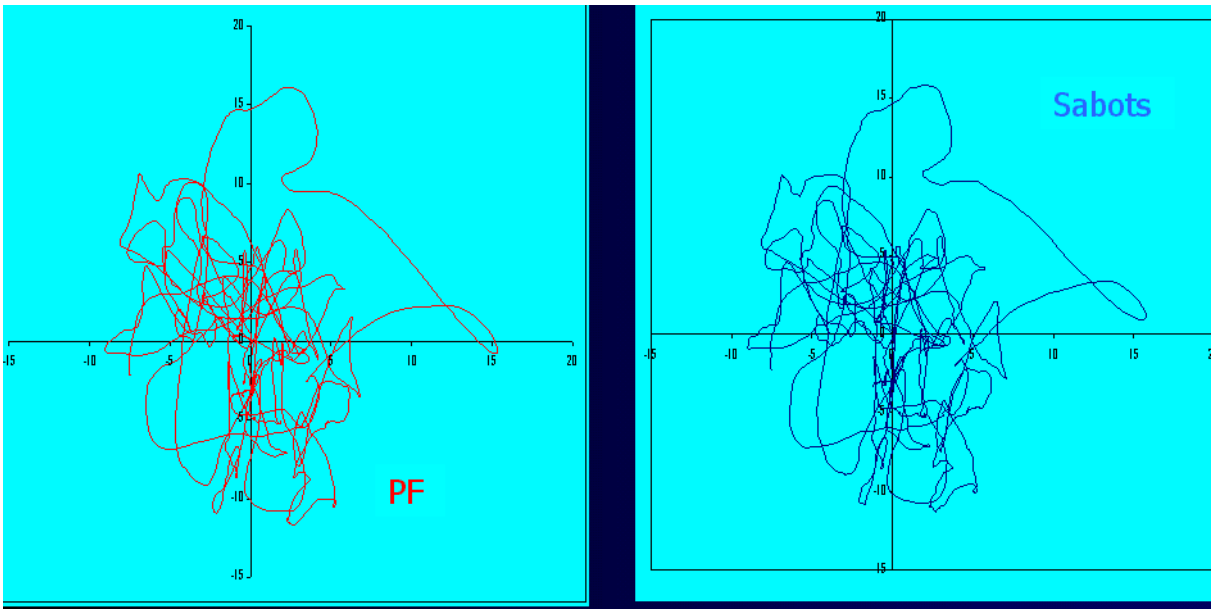
[**Figura 2**] *Esempio di come il centro di pressione generale può essere determinato da infiniti centri di pressione parziali derivanti dai due piedi, se questi ultimi non venissero specificati.*

Altra ambiguità che andrebbe risolta utilizzando le piattaforme monopodali è la determinazione del piede d'appoggio (o "piede perno") e del dominante. La definizione del piede d'appoggio risulta essenziale in posturologia per valutare l'asimmetria corporale.[30] Per definizione, il piede d'appoggio sopporta la maggior parte del peso corporeo ed è generalmente determinato dal centro di pressione medio secondo l'asse sagittale, quindi corrisponde a *x medio*. A seconda che il segno di x medio sia positivo o negativo, si attribuisce il piede d'appoggio rispettivamente al destro o al sinistro. Questo vale però se i piedi sono paralleli. Se invece sono disposti in modo tale da creare un angolo alfa di 30°, il parametro x medio può non essere dalla stessa parte del piede effettivo di appoggio. Il punto di applicazione della risultante di due forze F1 e F2 è dato dall'uguaglianza dei momenti. [**Figura 3**]



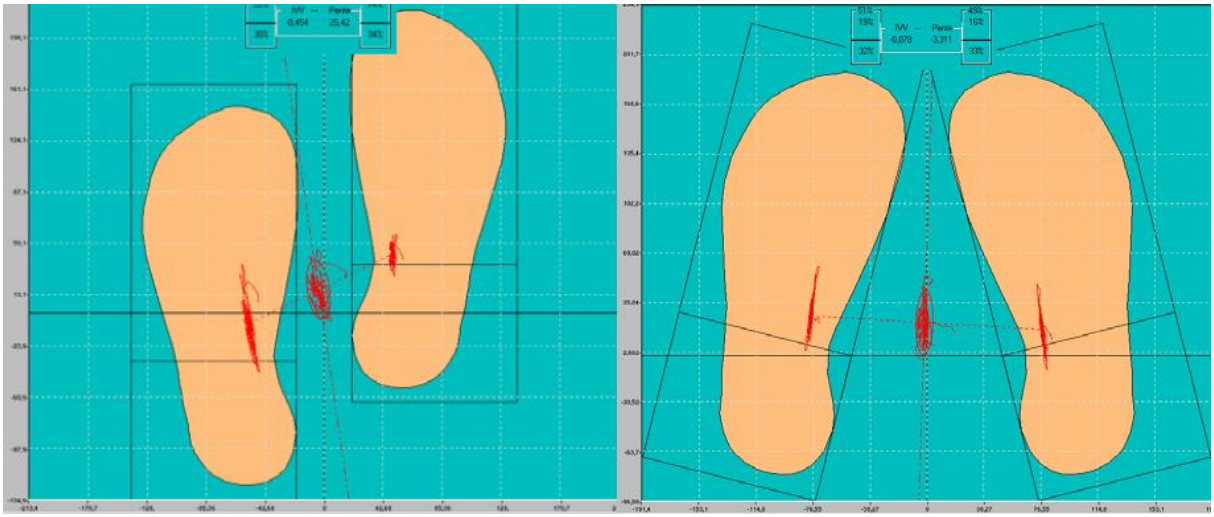
[**Figura 3**] *Il piede sinistro applica al suolo un carico F1 con il tallone mentre con il piede destro applica un carico F2 con l'estremità del metatarso. F1 è superiore a F2 ma x medio calcolato designerebbe il piede destro come piede d'appoggio anche se in realtà, è il sinistro.*

L'ultimo passaggio per confermare l'ipotesi che la piattaforma bipodale poteva essere sostituita dall'utilizzo delle piattaforme monopodali, era quello di confrontare gli statochinesigrammi dei due macchinari. I risultati hanno confermato che i due statochinesigrammi sono sovrapponibili al 90%. In altre parole, le zeppe dinamometriche offrono informazioni supplementari rispetto la piattaforma stabilometrica bipodale, pur avendo come risultato uno statochinesigramma quasi identico.[31] [**Figura 4**]



[**Figura 4**] *Confronto tra gli statochinesigrammi della piattaforma unica bipodale con lo statochinesigramma della piattaforma bipodale.*

Cyber Sabots permette il posizionamento delle zeppe sia in maniera precisa e standardizzata (come descritto sopra) ma anche in maniera libera e fantasiosa. Non tutti gli esami posturali infatti, possono richiedere il posizionamento standard dei piedi. E' il caso di alcune discipline sportive (come il golf o i tiratori di arco) che richiedono una posizione dei piedi fuori norma per poter compiere il gesto sportivo corretto. Se si volesse valutare quindi la distribuzione del carico dell'atleta durante la performance sportiva, si potrebbe solo grazie all'utilizzo di zeppe dinamometriche e della loro caratteristica di flessibilità di posizionamento. [**Figura 5**]



[**Figura 5**] *Esempi di come si possano collocare le zeppe dinamometriche rispetto alle posizioni standard.*

Un altro aspetto in cui questa pedana si sente particolarmente innovativa, è quello della valutazione dell'equilibrio in dinamica. La valutazione dell'equilibrio in dinamica è stata curata anche da altre piattaforme stabilometriche mediante il posizionamento una tavoletta propriocettiva con un grado di libertà sopra la pedana stessa. In questo modo però, i trasduttori valutavano più la direzione delle oscillazioni della tavoletta sulla superficie della pedana che la strategia e l'impegno muscolare dei due arti inferiori durante una postura instabile. Cyber Sabots invece propone di fare il contrario ossia, posizionare le zeppe dinamometriche sopra una tavoletta oscillante dotata di due impronte per posizionarle e fissarle durante l'esame in dinamica. In questo modo viene valutata non solo la strategia del soggetto nel recupero dell'equilibrio, ma anche il contributo di ogni piede durante questa azione.[31] Un soggetto infatti può avere una buona strategia di recupero di equilibrio in dinamica, ma questa strategia può essere data da un lavoro non equo tra i due piedi.

Cyber Sabots dunque si propone come lo strumento in grado di valutare la strategia che un individuo sottoposto all'esame stabilometrico possiede nello stare in piedi (secondo la valutazione dell'equilibrio in statica) o che ha nel recuperare il controllo posturale in condizioni destabilizzanti (secondo la valutazione dell'equilibrio in dinamica) in base a determinate modalità di esame e a determinati descrittori specifici.

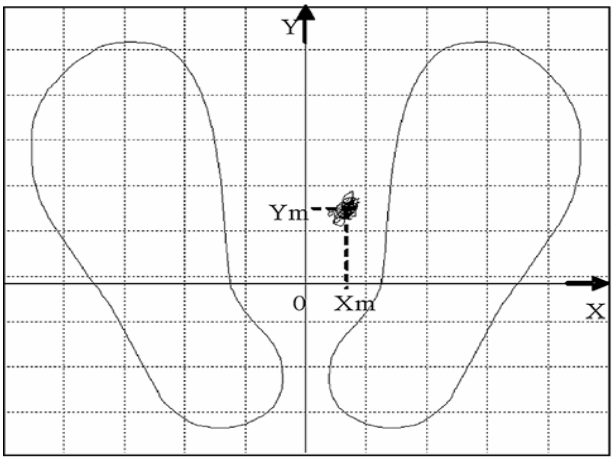
Le modalità per condurre un esame stabilometrico standardizzato sono variate nel tempo e si trovano descritte nelle norme APF 85 e nelle norme APF del 2000.

Nelle norme APF 85, era stato stabilito che la registrazione fosse eseguita in una cabina di misura particolare. Questo è stato ideato al fine di isolare la persona dall'ambiente circostante e dare una referenza di verticalità mediante una scatola illuminata da tubi neon con all'interno un filo a piombo bianco con un'illuminazione di 120 watt. La struttura della cabina era costituita da un'impalcatura di tubi idraulici e da una stoffa color beige chiaro che ne costituiva le pareti. Il soggetto all'interno della cabina, doveva fissare il filo a piombo posto a una distanza di 90 cm dagli occhi per avere un quoziente di Romberg con rapporto 2,2 tra occhi chiusi e occhi aperti. Questo rapporto diminuisce in modo proporzionale con la distanza. Ad una distanza maggiore di 3 metri non vi è più una differenza statisticamente significativa (QRMG=1) tra le superfici dell'ellisse disegnate dal centro di pressione nelle due condizioni visive. Nelle norme più recenti invece, si è valutato di misurare la persona in una condizione più di normalità eliminando l'utilizzo della cabina di "isolamento". La decisione di cambiare i metodi di standardizzazione è dovuta anche dal verificarsi di numerosi episodi di sincope durante la valutazione e, dalle sensazioni di "disturbo" riferite dal soggetto durante il tempo trascorso all'interno della cabina. Pertanto, si è deciso di effettuare il test all'interno di una stanza che avesse le seguenti caratteristiche: luminosità senza riflessi di luce o zone più illuminate e zone ombreggiate, tranquillità, riduzione al minimo dei rumori di sottofondo e delle vibrazioni, mira ottica (costituita da una linea verticale sul muro) proiettata da dietro il soggetto, passante per il centro dei due piedi e per il centro del poligono di appoggio e posta a 240 cm di distanza dal piano frontale del soggetto (ossia a 240 cm di distanza dalla pedana). L'esame ha una durata di 51.2 secondi eseguito a una frequenza di campionamento di 40 Hz. L'operatore deve dare le istruzioni al soggetto con un tono di voce calmo e poi deve posizionarsi possibilmente dietro di lui.

I parametri che vengono evidenziati dall'acquisizione stabilometrica su Cyber Sabots secondo le norme APF 85 e APF 99 sono: descrittori a dimensioni spaziali, descrittori a dimensioni temporali e descrittori a dimensioni frequenziali.[32]

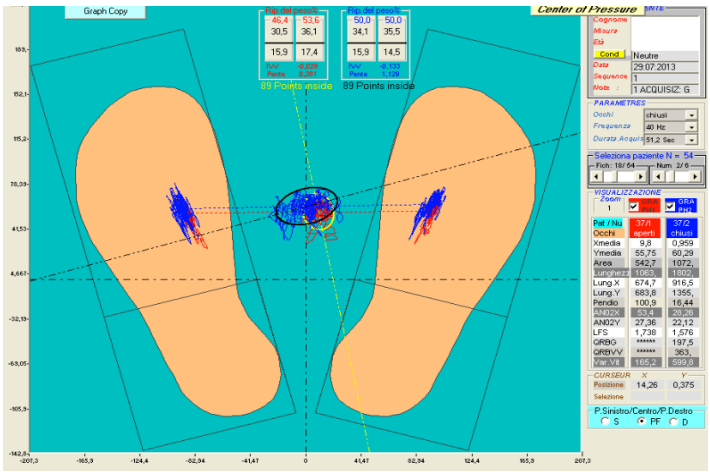
I *descrittori a dimensioni spaziali* sono: xm, ym, area, lunghezza, lunghezza in funzione della superficie.

"Xm" e *"ym"* identificano la posizione media del centro di pressione secondo le coordinate dell'asse x e dell'asse y. Se non risultano essere perfettamente centrali, la loro posizione può rivelare un'asimmetria ortostatica sul piano antero-posteriore e/o medio-laterale. [**Figura 6**]



[**Figura 6**] *Coordinate x medio e y medio del CDP rispetto al centro elettrico della piattaforma o al centro geometrico degli appoggi al suolo.*

L' *"area"* rappresenta l'ellisse di fiducia contenente il 90% delle posizioni istantanee del CDP acquisite durante il test. [**Figura 7**]

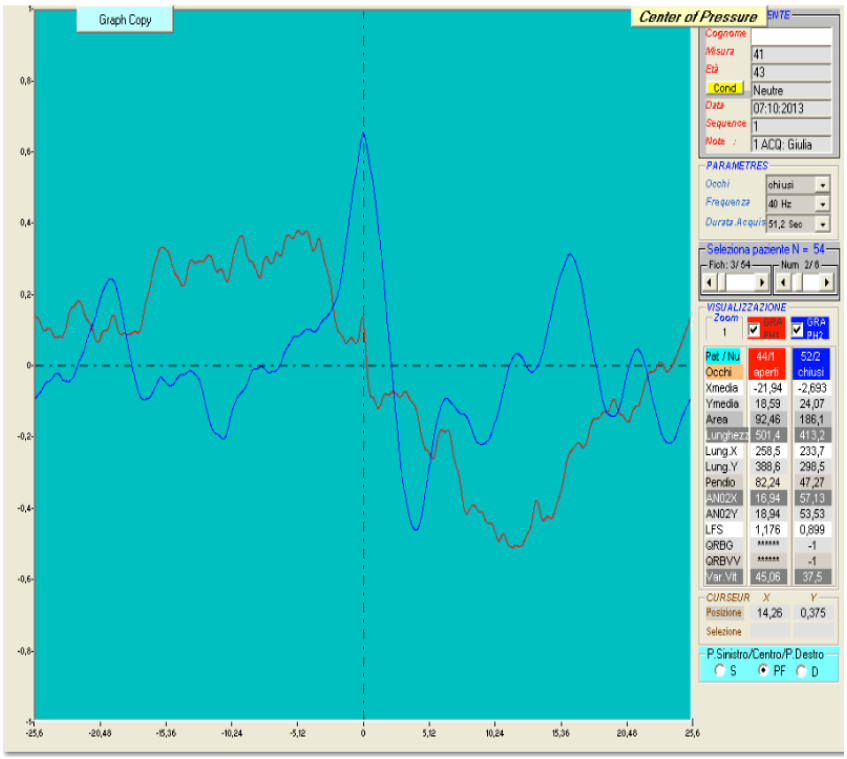


[**Figura 7**] *Esempio di rappresentazione dell'area disegnata dal centro di pressione durante il tempo di acquisizione stabilometrica.*

La *"lunghezza"* rappresenta la traiettoria del CDP. In parole più semplici, è il risultato del "gomitolo" disegnato dal centro di pressione una volta srotolato. La "lunghezza" può essere scomposta secondo le componenti del piano cartesiano in *"lunghezza x"*, ossia lunghezza secondo il piano delle ascisse e *"lunghezza y"*, ossia la lunghezza secondo il piano delle ordinate.

"LFS" è un parametro che identifica la lunghezza in funzione della superficie. Ogni istante t corrisponde ad un solo punto all'interno dello statochinesigramma definito dalle sue coordinate x e y. La successione di tutti i punti caratterizza una traiettoria di lunghezza L e occupa una superficie S nello spazio a due dimensioni x e y. Ad una data superficie S corrispondono infinite traiettorie. Per questo motivo, LFS è un descrittore nato dall'esigenza di identificare la traiettoria in maniera precisa. Rispetto ad una media statistica, descrive la lunghezza della traiettoria L in funzione della superificie dell'ellisse (area) nel 90% dei suoi punti. LFS è standardizzato a 1; se LFS > 1 significa che la realizzazione di S (area) richiede troppi spostamenti, se LFS < 1 invece, significa che la realizzazione di S richiede pochi spostamenti. LFS è un parametro che risulta legittimo solo per cadenze di campionatura e durata di registrazione definita dalle norme APF 85 in quanto, L evolve in funzione del tempo e S varia in funzione del logaritmo del tempo. LFS dunque, in ultima analisi, conferisce una misura del rendimento energetico.

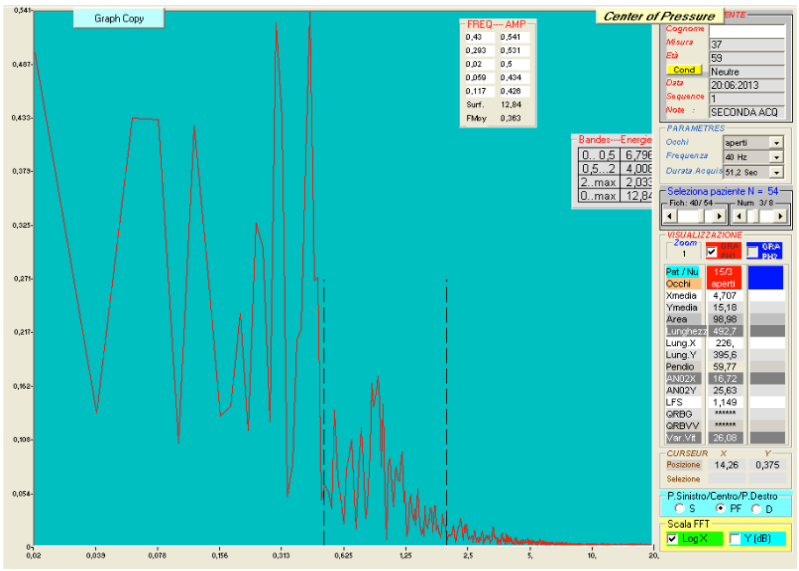
I *descrittori a dimensione temporale* sono riconducibili allo stabilogramma antero-posteriore e medio-laterale. Le escursioni del CDP in funzione del tempo tracciano una traiettoria (ossia lo statochinesigramma) secondo l'asse x (senso medio-laterale) e secondo l'asse y (senso antero-posteriore). *L'intercorrelazione antero-posteriore/medio-laterale* ricerca e quantifica il grado di somiglianza tra due segnali di frequenza. A seconda del grado di somiglianza, il valore della funzione assume i valori compresi tra -1 e +1: -1 significa che non vi è presente nessuna somiglianza, +1 significa che i segnali sono simili e in fase, 1 significa che i segnali sono in antifase. Per le norme APF 85, l'intercorrelazione è sugli assi X(t) e Y(t). [**Figura 8**]



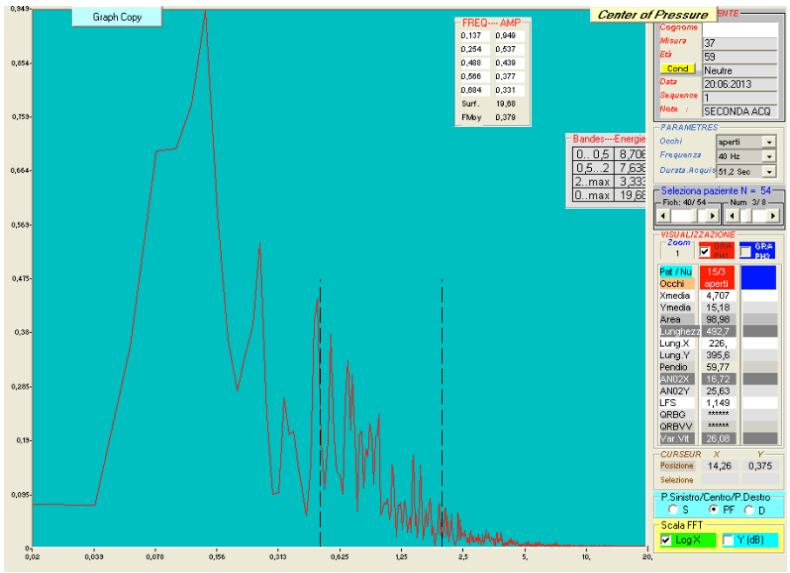
[**Figura 8**] *L'inter-correlazione antero-posteriore/medio-laterale, rivela l'esistenza di una possibile correlazione tra le oscillazioni AP e ML. Se questa funzione presenta un'onda ampia e pseudo periodica, i movimenti sono definiti anticipati e determinati. Si può quindi trattare di un simulatore.*

L'autocorrelazione X-X o *l'autocorrelazione Y-Y* assume la stessa procedura sebbene, in questo caso, il segnale sia correlato con la sua copia spostata S1(t)=S2(t). L'autocorrelazione è calcolata sugli assi X e Y dello statochinesigramma.

I *parametri a dimensione frequenziale*, vengono evidenziati nella trasformata di Fourier (FFT= Fast Fourier Transformer) la quale, permette un'analisi del segnale stabilometrico secondo le sue componenti sinusoidali. Il segnale stabilometrico contiene gli effetti delle interazioni di molti processi, alcuni stocastici (ad esempio gli impulsi provenienti dal tricipite surale), altri finalizzati o determinati come le oscillazioni balistiche di un soggetto in postura ortostatica. Dalla trasformata di Fourier si possono evidenziare alcune azioni volontarie o di origine patologica come ad esempio l'interazione non compensata del sistema respiratorio o come la sovrapposizione di tremori (Parkinson, tremori essenziali ecc.). Lo spettro del segnale stabilometrico può essere suddiviso in tre bande di frequenza: da 0 a 0,5 Hz, da 0,5 Hz a 2 Hz, da 2 a 20 Hz. Generalmente vengono considerati i valori compresi tra 0,16 a 0,24 Hz come indice di una insufficienza del compenso respiratorio (evidenziabile se si effettua una misurazione in apnea), i valori intorno allo 0,3 Hz rappresentano un probabile problema visivo, quelli vicino a 0,4 Hz un problema vestibolare e tra lo 0,5 e lo 0,8 Hz un problema propriocettivo non cosciente e, infine le oscillazioni comprese tra i valori di 2 e 10 Hz sono a partenza del sistema nervoso centrale. [**Figura 9**] [**Figura 10**]



[**Figura 9**] *Analisi spettrale delle componenti antero-posteriore e medio laterale. Le grandi onde nella banda compresa tra i valori 0,16 e 0,24 Hz indicano un problema legato alla respirazione: parametro ANO2X.*



[**Figura 10**] *Analisi spettrale delle componenti antero-posteriore e medio laterale. Le grandi onde nella banda compresa tra i valori 0,16 e 0,24 Hz indicano un problema legato alla respirazione: parametro ANO2Y.*

Altri dati che vengono carpiti da una valutazione stabilometrica sono il “pendio”, il “quoziente di Romberg”, “VarVit” e “IVV”.

Il *“pendio”* identifica l’angolo di inclinazione della retta che interseca a metà l’ellisse di confidenza calcolata sul 90% dei punti rilevati. La misurazione dell’angolo avviene in senso antiorario partendo dal quadrante che presenta come lati l’asse x e l’asse y nella loro parte positiva.

Il *“quoziente di Romberg”* (QRBG), dà una misura su come l’entrata visiva e l’oculomotricità possa influenzare la postura del soggetto. Viene osservato anche il QRBGVV, ossia la “*variazione di velocità del quoziente di Romberg”*.

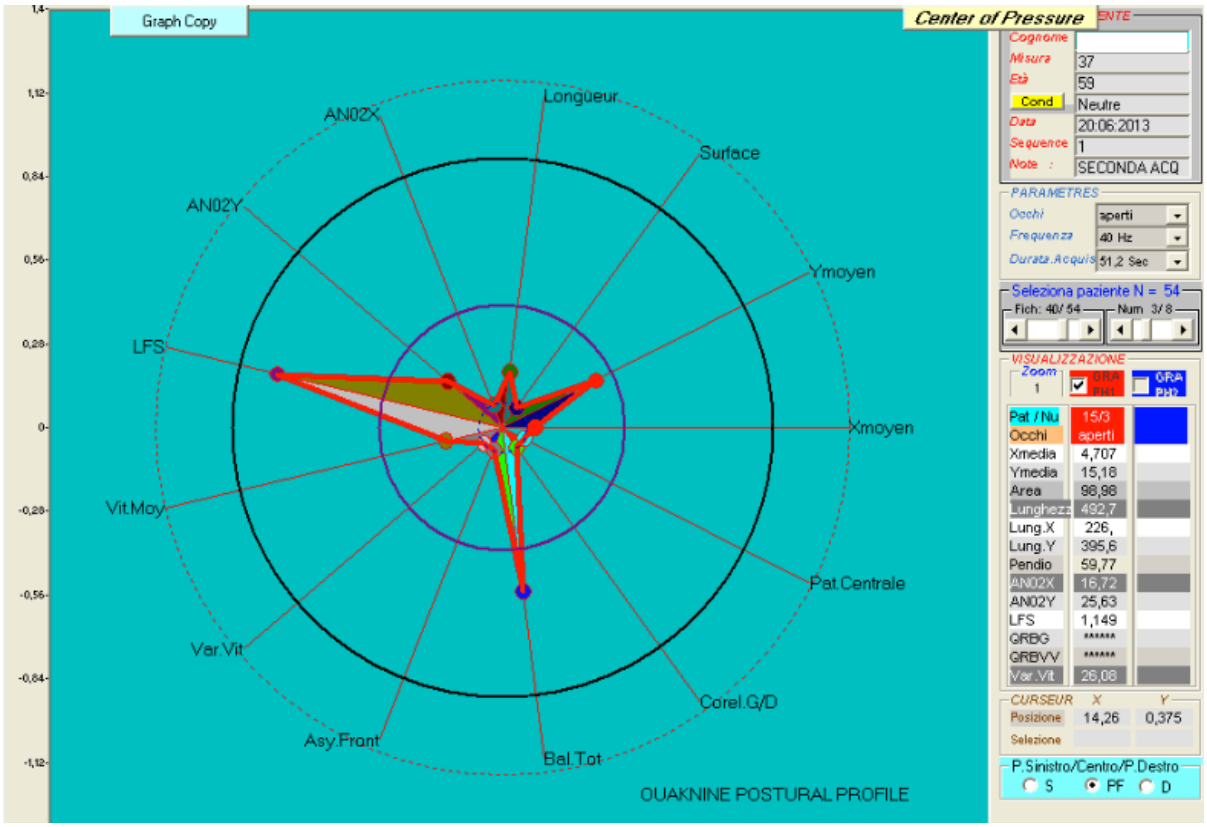
Il parametro *"VarVit"* (dal francese: "variation de la vitesse") dà una misura della variazione media della velocità del centro di pressione rilevata durante l'acquisizione.

La voce *"IVV"* invece, corrisponde all'indice di variazione della velocità che si evince dai due piedi. Si rifà al concetto accennato poco prima ossia l'identificazione dei piedi in "piede perno" e "piede motore". Per definizione, il piede che supporta la maggior parte del carico corporeo viene definito "piede perno" e al contrario, quello che supporta minor carico "piede motore". Con una disposizione dei piedi a 30° però questo assunto può non essere sempre vero in quanto il sovraccarico su un piede non sempre ne riduce la sua attività. Per distinguere dunque il ruolo dei due piedi è stata proposta una variabile che esprime la differenza di attività tra un piede e l'altro considerando la differenza di energia da loro espressa. L'IVV infatti è calcolato in base alla differenza tra la variazione di velocità del piede destro meno la differenza di variazione di velocità del piede sinistro rapportato alla differenza di velocità del piede destro sommata a quella del piede sinistro: IVV = (VVD-VVS) / (VVD+VVS). Il parametro può assumere valori che vanno da -1 a +1 dove -1 fa riferimento al piede sinistro e +1 al piede destro.

Nello specifico quindi, Cyber Sabots si propone di valutare le asimmetrie posturali che vengono raccolte sotto la denominazione di: asimmetrie di tipo statico, asimmetrie di posizione e asimmetrie di tipo dinamico.[33] L'asimmetria di tipo statico valuta la distribuzione del peso corporeo. Qualunque sia la posizione dei piedi, è possibile misurare la ripartizione media del carico (peso corporeo) sui 4 punti di appoggio (avampiede e retropiede destro e avampiede e retropiede sinistro) offerti dai sabots. I risultati vengono espressi sottoforma di percentuale rispetto il carico complessivo. La ripartizione del peso tra i due piedi ci indica il piede d'appoggio e il bilancio tra i due piedi ci può indicare anche la posizione *x medio*, ossia lo spostamento del soggetto secondo il piano frontale. La simmetria ortostatica perfetta sarebbe quella che prevede l'equi-ripartizione del peso corporeo sui 4 punti al 25%. Questo però, è ritenuto valido solo se i piedi sono paralleli perché con l'assunzione di una postura che prevede un angolo di 30° tra i piedi, il carico tende a spostarsi verso l'indietro. L'asimmetria di posizione, denota la posizione del baricentro di ciascuno dei due piedi e il baricentro generale. La posizione media del baricentro di ciascuno dei due piedi, deve tener conto della misura di scarpe del soggetto e della ripartizione del peso tra l'avampiede e il retropiede. La posizione del centro di pressione quindi, è in relazione al poligono di appoggio. E' stato notato che, le asimmetrie di posizione del baricentro non per forza sono

coerenti con la distribuzione del carico. Pertanto, viene calcolata anche una retta passante per i baricentri dei due piedi e intersecante il centro di forza totale che viene indicata con IPM ossia, Indice di Posizione Medio. L'ultima asimmetria che viene valutata è quella di tipo dinamico che racchiude in sé i concetti di piede perno e piede motore. A seconda del grado di asimmetria, viene denominato "piede motore" il piede più attivo, e "piede perno" il piede più statico. Tuttavia, questa denominazione evoca il ricordo delle prove di dinamica di Fukuda solo che, il test voleva intendere con questa terminologia un problema generalmente di origine patologica (vestibolo-spinale); in questo caso invece, si vuole solo intendere la strategia di regolazione dell'equilibrio posturale. Perciò si è scelto di indicare questo concetto con una nuova denominazione ossia "piede di riferimento" (che è il corrispondente di piede perno) e "piede di regolazione" (che rappresenta il piede motore). Per quantificare la differenza di attività tra un piede e l'altro, si è scelto di utilizzare il parametro IVV che esprime le differenze di variazione della velocità tra piede destro e piede sinistro: IVV= (VVD-VVS) / (VVD+VVS). IVV può assumere valori compresi tra -1 e +1 ed è una misura quindi, dell'attività tricipitale tra i due piedi.

Alla fine dell'esame stabilometrico, il software elabora il *profilo posturale*, ossia la rappresentazione sintetica di un bilancio posturale di un paziente. In altre parole è un modo per classificare in modo ordinato i parametri all'interno di uno schema sintetico. Il profilo posturale è stato costruito dopo una normalizzazione statistica di 500 individui testati sui sabot dinamometrici. Sono stati evidenziati 3 livelli di raggruppamento statistico (dall'eccellenza alla patologia) e rappresentati nel grafico da 4 circonferenze dal centro verso la periferia.[34] [**Figura 11**]



[**Figura 11**] *Il grafico rappresentativo del bilancio posturale è costituito da 4 circonferenze concentriche. I n raggi che partono dal centro quantificano ciascun parametro con un'analisi statistica. Per convenzione, lo scarto dal centro indica una degradazione posturale, quindi un passaggio graduale da ciò che viene considerato range di normalità (cerchio più interno) a ciò che sfocia verso la patologia (cerchio più esterno*).

SCOPO DELLO STUDIO

Cyber Sabots si propone al campo della medicina, come uno strumento innovativo e completo per la valutazione della postura. Se sfogliamo il suo manuale o visitiamo il suo sito internet, si presenta come "la pedana stabilometrica che ha ottenuto più riconoscimenti dalla comitato scientifico internazionale sulla stabilometria".[35] Nonostante ciò, in letteratura non si trovano molti lavori che la vedono protagonista di studi scientifici o meglio, essi ci sono ma sono pochi e di difficile accessibilità. Ad esempio, sul database di Pubmed, non sono attualmente presenti articoli che testino la sua validità sia in ambito clinico, sia come strumento di confronto con altre pedane in commercio. Sono presenti alcuni studi scientifici che ne valutano il suo utilizzo clinico e sperimentale ma, sono prevalentemente pubblicati in libri editi dagli autori della pedana stessa oppure, in misura minore, appaiono pubblicati in alcune riviste scientifiche. Che provengano da una fonte o dall'altra, i lavori sono principalmente disponibili in lingua francese, fatta eccezione per un libro di recente pubblicazione edito in lingua italiana. Per l'esigua disponibilità di fonti scientifiche direttamente consultabili rispetto alla sua estesa distribuzione a livello nazionale e internazionale e, per la mancanza di uno lavoro scientifico che certifichi l'affidabilità e ripetibilità inter e intra esaminatore dei suoi risultati, ho scelto di condurre questo studio che può essere ritenuto utile anche da tutti i professionisti che vogliono avvicinarsi a un nuovo strumento per la valutazione clinica del controllo posturale.

MATERIALI E METODI

Lo studio inerente l'affidabilità della pedana stabilometrica Cyber Sabots è stato condotto presso lo studio privato "Fisioterapisti Associati, via Bologna 58/b" a Ferrara.

STRUTTURA DEL CAMPIONE

Il campione dello studio è costituito da un numero di 23 soggetti sani e volontari con una media di età di 38,78 ± 12,32 anni. I soggetti avevano un età compresa tra un minimo di 22 e un massimo di 59 anni.

Età		Statistica	Errore std.
Media		38,78	2,570
Intervallo di confidenza per la media al 95%	Limite inferiore	33,45	
	Limite superiore	44,11	
Media 5% trim		38,62	
Mediana		39,00	
Varianza		151,905	
Deviazione std.		12,325	
Minimo		22	
Massimo		59	
Intervallo		37	
Distanza interquartilica		26	
Asimmetria		-,020	,481
Curtosi		-1,387	,935

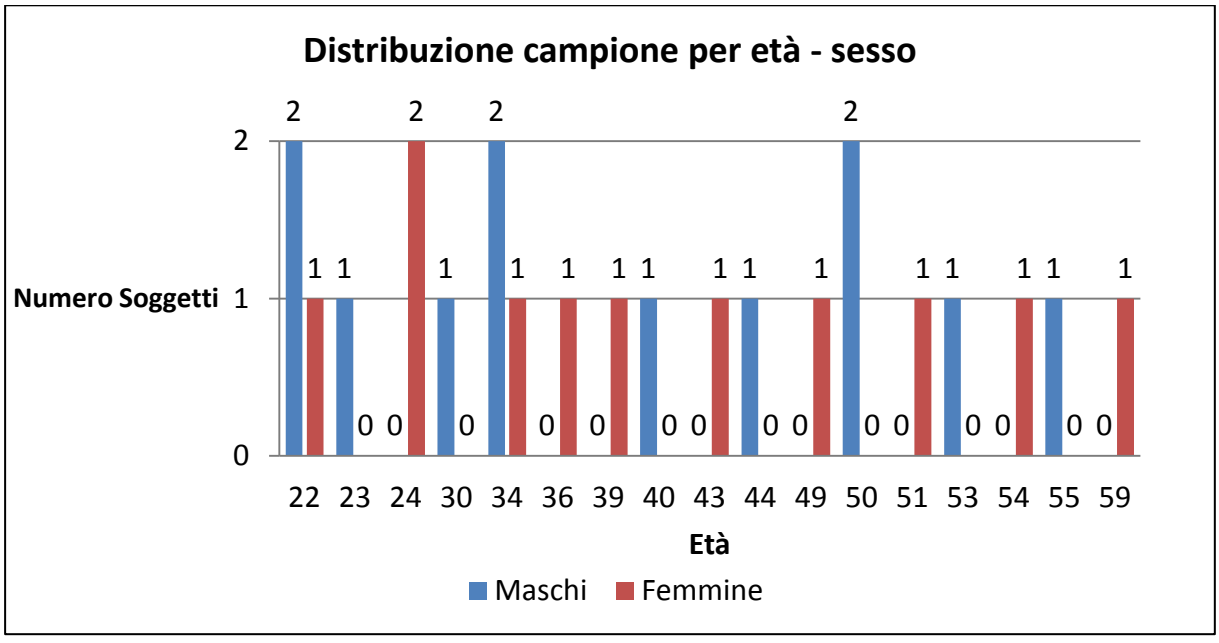
[**Tabella 1**] *Tabella riassuntiva delle statistiche descrittive per il parametro "età" dei soggetti appartenenti al campione dello studio scientifico.*

Dei 23 soggetti, 12 sono maschi e 11 femmine. L'intero campione è stato stratificato nelle seguenti fasce di età: dai 20-29 anni, dai 30 ai 39 anni, dai 40 ai 49 anni e dai 50 ai 59 anni. Il motivo della suddivisione del campione era quello di facilitare il compito di reclutamento dei soggetti in maniera omogenea per fasce di età.

Ai range di 20-29 anni e 30-39 anni appartenevano 3 maschi e 3 femmine; nella fascia di età compresa tra i 40-49 anni erano inclusi 2 maschi e 2 femmine; e in quella compresa tra i 50-59 anni 4 maschi e 3 femmine. [Tabella 2] [Grafico 1]

Fasce di età	Maschi	Femmine	Totale Maschi+Femmine
a) 20-29	3	3	6
b) 30-39	3	3	6
c) 40-49	2	2	4
d) 50-59	4	3	7
Totale	12	11	23

[Tabella 2] *Tabella riassuntiva della distribuzione dei soggetti dello studio scientifico nella fasce di età: 20-29 anni, 30-39 anni, 40-49 anni e 50-59 anni.*

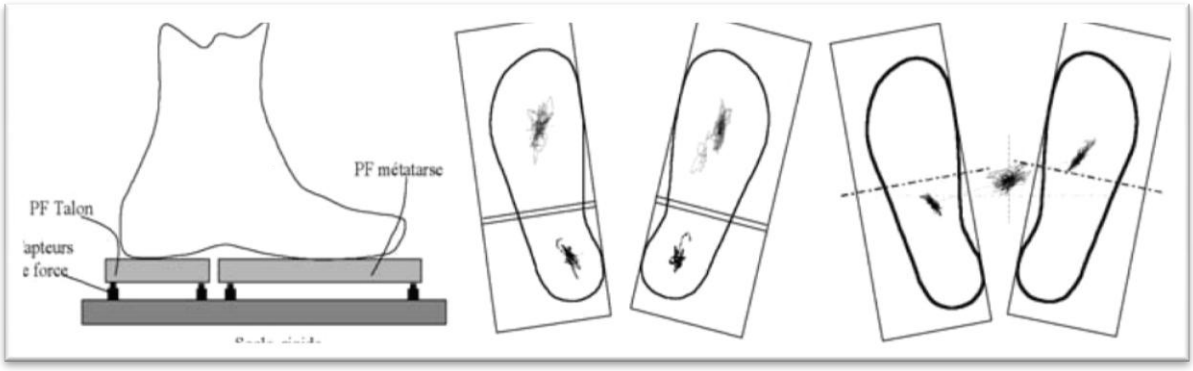


[Grafico 1] *Grafico esplicativo della distribuzione del campione per le variabili sesso e età.*

Tutti i soggetti erano volontari e selezionati secondo precisi criteri di inclusione ed esclusione che identificassero il loro stato di salute. I soggetti venivano reclutati previo chiamata telefonica e venivano informati circa l'obiettivo e le modalità di svolgimento della ricerca. I soggetti erano esclusi dallo studio se all'anamnesi presentavano le seguenti caratteristiche: sottoposizione a traumi e/o interventi chirurgici negli ultimi 12 mesi; effettuazione di infiltrazioni intra-articolari negli ultimi 30 giorni; problemi neurologici; patologie o disfunzione all'apparato vestibolare; tumori e metastasi; problemi cognitivi e mentali; soggetti minorenni; donne in gravidanza; tutti i tipi di patologie degenerative; malattie dell'occhio (esclusi difetti di refrazione visiva: presbiopia, miopia, ipermetropia, astigmatismo; correggibili attraverso l'uso di occhiali) e, qualsiasi tipo di patologia infiammatoria o infettiva in atto. Ai fini dello studio scientifico non era determinante selezionare il campione per parametri fisici quali peso, altezza e numero di scarpe. Questi valori sono comunque stati raccolti in quanto determinanti per la creazione della scheda del soggetto sul software della pedana stabilometrica.

- STRUMENTO

I soggetti venivano valutati sulla pedana stabilometrica Cyber Sabots. Cyber Sabots è uno strumento costituito da due pedane chiamate "sabots" (letteralmente "zeppe") dinamometriche, una per piede, costituite da materiali ad alta rigidità. Ogni sabot è costituito da una placca inferiore che fa da base e, due placche superiori giustapposte: una per accogliere l'avampiede e una per il retropiede. [**Figura 12**]



[**Figura 12**] *Struttura della piattaforma monopodalica "Cyber Sabots", costituita da due placche di metallo giustapposte, una per accogliere l'avampiede e una per accogliere il retropiede.*

Le forze di appoggio esercitate su tali placche sono tradotte in segnale elettrico grazie a dei sensori di forza estensimetrici disposti alla base delle placche. In questo modo la pedana può dare una misura della forza totale esercitata dal soggetto al suolo, della forza esercitata da ogni piede al suolo e, della distribuzione della forza esercitata dai talloni e dagli avampiedi.

[**Figura 12**]

I segnali elettrici poi vengono convertiti in segnali digitali da uno specifico software e vengono rappresentati sottoforma di dati o grafici tramite l'interfaccia del computer al quale la pedana è collegata per mezzo di un cavo USB.

Per posizionare correttamente le due pedane, ci si avvale di uno stampo nel quale le piattaforme possono essere inserite in due diverse posizioni: parallele una rispetto l'altra o disposte a 30°. La pedana è stata costruita con materiali volti a garantire diverse caratteristiche: non creano stimolazioni termiche sul piede in appoggio, non vi sono reazioni termiche dei materiali al contatto con il calore del piede in appoggio, non vi sono oscillazioni o risonanze dei materiali stessi. Inoltre, le piattaforme sono state costruite nel punto di isteresi della curva di durezza dei metalli. Il sistema permette una continua calibrazione dello zero per rendere le misurazioni più precise e meno soggette ad errore. Per permettere una miglior misurazione delle asimmetrie in statica, la superficie è suddivisa in totale in 4 aree: 2 per ogni pedana. In questo modo, viene registrata la ripartizione del carico ponderale per ogni zona e di conseguenza vengono resi attraverso il software 4 diversi statochinesigrammi: ripartizione del piede destro e piede sinistro e, inoltre, la suddivisione tra avampiede e retro piede.[35] Lo strumento si propone di misurare i diversi tipi di asimmetria: asimmetria di tipo statico, che rileva la distribuzione del carico tra le 4 sezioni della pedana; asimmetria di tipo dinamico, che corrisponde alla strategia che il soggetto possiede per recuperare l'equilibrio e come intervengono singolarmente i due piedi durante questa azione; e l'asimmetria di posizione, determinante il baricentro di ogni piede e il baricentro generale.

METODI DELLO STUDIO

Tutti i soggetti reclutati venivano valutati per 3 volte in 3 giornate diverse. La seconda e la terza valutazione, dovevano avvenire all'interno di un intervallo massimo di 7 giorni dalla prima effettuata. I soggetti, erano invitati a presentarsi ad ogni giornata di valutazione sempre allo stesso orario; veniva comunque concessa una variazione massima di ±4 ore dall'orario stabilito. Il motivo che ci ha spinto a questa scelta, è stato quello di evitare il più possibile una variabilità nei risultati tra una valutazione e l'altra.

Si è ritenuto che un intervallo di tempo di questo tipo potesse essere ragionevolmente corto per non permettere una così grande variazione tra i risultati e, sufficientemente lungo per evitare il manifestarsi del fenomeno dell'apprendimento. Le valutazioni erano eseguite da due operatori, di cui uno eseguiva due test, l'altro uno soltanto. La distribuzione delle valutazioni tra i due operatori era principalmente basata su motivi organizzativi. Il setting consisteva in una stanza interamente dedicata alla valutazione, in modo da evitare al massimo interferenze dovute all'inquinamento acustico proveniente dalle altre sale. Ad ogni modo, era presente il classico brusio di sottofondo dovuto ai rumori provenienti dalla strada o dalle altre stanze. [**Figura 13**]

[**Figura 13**] *Setting dello studio scientifico.*

La camera disponeva di quattro finestre, due delle quali oscurate con delle tende color bordeaux per evitare l'ingresso di luce solare nelle ore del mattino e primo pomeriggio. Per evitare di creare un ambiente che cambiasse di luminosità a seconda del tempo atmosferico o dell'orario del giorno, si è scelto di eseguire tutte le valutazioni con luce artificiale.

L'ambiente era mantenuto a

una temperatura costante di circa 22-24° C, sia per tutta la durata delle valutazioni, che per ogni giornata di valutazione. La pedana era collocata circa in centro alla stanza, a una distanza di 240 cm da una parete bianca e uniforme. Poiché la pedana non è fissata al pavimento ma è removibile, al fine di rendere le valutazioni standardizzate, si è scelto di disegnare il perimetro della pedana al suolo in modo che, anche nel caso in cui venisse spostata, poteva essere ricollocata nella medesima posizione.

Il pavimento non presentava irregolarità. Sul muro bianco era disegnata una barra rossa che risultava perfettamente centrale rispetto la posizione della pedana. In altre parole, se congiungessimo la barra rossa con la pedana mediante una retta, quest'ultima intersecherebbe il centro del poligono di sostegno e cadrebbe a metà tra i due piedi.

La prima giornata di valutazione richiedeva complessivamente un range di tempo di 30 minuti in quanto venivano somministrati due questionari: un SF-36 e un altro questionario generico sullo stato di salute non standardizzato. Quest'ultimo indagava più nel dettaglio l'eventuale presenza di disturbi muscolo-scheletrici, neurologici o di comorbidità del soggetto sottoposto a esame. [**Allegato 1**] Per quanto riguarda la scelta del questionario standardizzato, essa è ricaduta sulla scala SF-36 per motivazioni legate alla sua rapidità e semplicità di somministrazione. [**Allegato 2**] La scelta è stata determinata anche dalle buone proprietà psicometriche del questionario stesso. Uno studio ha messo a confronto il contenuto dell'SF-36 con quello di altri questionari più lunghi e più brevi dai quali ha preso origine e, con il contenuto di altri questionari diversi e indipendenti. I questionari erano:

SF-36 formato esteso, SF-20, Healt Insurance Experiment, Nottingham Health Profile, Sickness Impact Profile, Duke Health Profile, Datmouth Function Charts, McMaster Health Index Questionnaire Quality of Well Being Scale. Dal confronto è risultato che gli items dell'SF-36 sono quelli maggiormente presenti in tutti gli altri questionari. Sono tralasciati i sintomi e problemi specifici perché, per definizione, l'SF-36 vuole essere un questionario generico che indaga sullo stato di salute. Inoltre, le scale dell'SF-36 sono correlate sensibilmente ($r \geq 40$) con molti dei concetti di salute generale che sono stati omessi dal questionario e, con la frequenza e la gravità di molti dei problemi specifici.[36] Per quanto riguarda l'affidabilità, per tutti gli item dell'SF-36 vengono superati gli standard accettati per le misure utilizzate nel confronto tra i gruppi. Per ciascuna scala la mediana dei coefficienti di affidabilità tra studi è uguale o superiore a 0.80; tranne per gli item Attività Sociali ($k=0.76$) e

Attività Fisica (k=0.90). Questi risultati confermano l'utilità dell'adozione delle scale SF-36 per lo studio delle condizioni di salute basato sull'analisi a livello di gruppo.[37]

Sia il questionario non standardizzato che il questionario SF-36, venivano somministrati esclusivamente il primo giorno di valutazione. Per tutte e tre le valutazioni invece, venivano somministrate oralmente delle "domande di routine" per indagare circa eventuali cambiamenti sul piano psico-fisico nel soggetto rispetto la valutazione precedente. Poiché l'obiettivo primario alla valutazione stabilometrica era misurare il soggetto sempre alle stesse condizioni e sempre allo stesso livello di stanchezza psico-fisica, venivano poste le seguenti domande: "Ha fatto attività lavorative o extra-lavorative supplementari rispetto all'ultima/e volta/e?"; "Ha passato bene la notte?", "La giornata trascorsa fino ad ora, è simile per stanchezza fisica e mentale a quella della/e altra/e volta/e?; "Ha qualcosa da segnalare di diverso rispetto agli altri giorni?". Se il soggetto rispondeva NO alla prima e all'ultima domanda e SI alla seconda e alla terza, poteva essere ritenuto idoneo per la nuova acquisizione. [**Allegato 3**] Se il soggetto invece, rispondeva in altro modo anche a una sola delle domande poste, veniva valutato lo stesso ma sarebbe stato invitato a tornare un'altra volta per ripetere l'acquisizione con lo stesso operatore, allo stesso orario e sempre entro 7 giorni dalla data della prima valutazione avvenuta. In questo modo, si poteva verificare se una condizione psicofisica alterata rispetto la norma, inficiasse realmente sulla performance valutata dalla pedana stabilometrica. Insieme alle domande di routine, veniva inoltre somministrata una VAS che misurava 10 cm, nella quale il soggetto doveva indicare come si sentiva generalmente quel giorno sapendo che lo 0 indicato sulla scala stava per "malissimo" e, 10 stava per "benissimo". Ogni questionario era sempre somministrato dallo stesso operatore e, per quanto riguarda la somministrazione dell'SF-36 veniva ripetuta la stessa frase ad ogni soggetto. Per ciò che concerne l'SF-36, sono stati seguite le direttive del manuale d'uso ad esempio: far compilare il questionario prima di qualsiasi altra raccolta di dati sanitari e prima che incontrino eventuali medici; essere accoglienti, amichevoli; disponibili; chiedere e incoraggiare i soggetti a compilare il questionario; se il soggetto lo richiede, leggere e ripetere il quesito alla lettera, dire ai soggetti di rispondere in base alla loro interpretazione del quesito; incoraggiare i soggetti a compilare il questionario da soli; incoraggiare i soggetti a rispondere a tutti i quesiti; ringraziare i soggetti per la loro disponibilità.[38] Sono state effettuate modifiche rispetto allo standard proposto dal manuale solo alla frase di introduzione alla compilazione, al fine di renderla più riassuntiva:

“Questo è un questionario generico standardizzato che indaga sul suo stato di salute e sulla percezione che Lei ha del suo stato di salute. Qui a seguito troverà una serie di domande a risposta multipla, la prego di compilarle tutte barrando la risposta che meglio la soddisfa. Se ha bisogno di delucidazioni sono a sua disposizione.” Per introdurre il soggetto alla compilazione della VAS venivano invece date le seguenti istruzioni: “Questa è linea che misura 10 cm non graduati. Mi indichi ora dove si collocherebbe se dovesse rispondere alla domanda ‘Come si sente generalmente oggi?’ sapendo che 0 sta per malissimo e 10 sta per benissimo”. Per la presenza solo della somministrazione delle “domande di routine” e della VAS, la seconda e la terza valutazione richiedevano al soggetto una disponibilità di soli 15 minuti. Per ciascuna delle valutazioni, veniva fatto accomodare il soggetto e, dopo la somministrazione dei questionari o delle “domande di routine”, veniva fatto riposare se era stanco o trafelato, altrimenti gli si chiedeva di togliere i vestiti, scarpe e eventuali gioielli al fine di rimanere solo in biancheria intima. Erano ammessi gli occhiali in caso di difetti di rifrazione visiva. Una volta spogliato, veniva fatto camminare lentamente per circa un minuto prima di montare sulla pedana. L’operatore nel frattempo effettuava una misura a vuoto della piattaforma per verificare che il sistema fosse correttamente funzionante. Successivamente, il valutatore aiutava il soggetto a salire sulla pedana con le piattaforme disposte a 30° e, lo guidava al posizionamento dei piedi all’interno dell’impronta corrispondente al suo numero di scarpe. Al momento che il soggetto era correttamente posizionato, l’operatore effettuava una calibrazione della pedana al fine di verificare se lo strumento percepiva il peso reale del soggetto. Venivano eseguite due acquisizioni consecutive, la prima ad occhi aperti e la seconda ad occhi chiusi, della durata di 51.2 secondi l’una a una frequenza di campionatura di 40 Hz. L’operatore dava le istruzioni da una postazione collocata posteriormente al soggetto, al fine di non interferire con la valutazione stessa e con la concentrazione dello stesso. Per la valutazione ad occhi aperti diceva: “Davanti a lei c’è una barra rossa, si prenda un punto, un’altezza o un riferimento a livello di questa barra da tener fissato per il tempo necessario. L’importante è che stia tranquillo, rilassato e che guardi avanti a sé il punto di riferimento che si è scelto. Tutto chiaro?”. Per la valutazione ad occhi chiusi venivano invece date le seguenti istruzioni: “Bene, ora stessa cosa. L’unica differenza è che mi chiude gli occhi. Quindi chiuda gli occhi a partire da adesso, le dico io quando può riaprirli. Stia sempre tranquillo e rilassato”. Al termine di questa acquisizione veniva fatto scendere il paziente dalla pedana, veniva ringraziato e gli si dava

l'appuntamento per la volta successiva. L'operatore non poteva dare alcune informazioni circa i risultati dell'acquisizione se non al termine di tutte e tre le valutazioni.

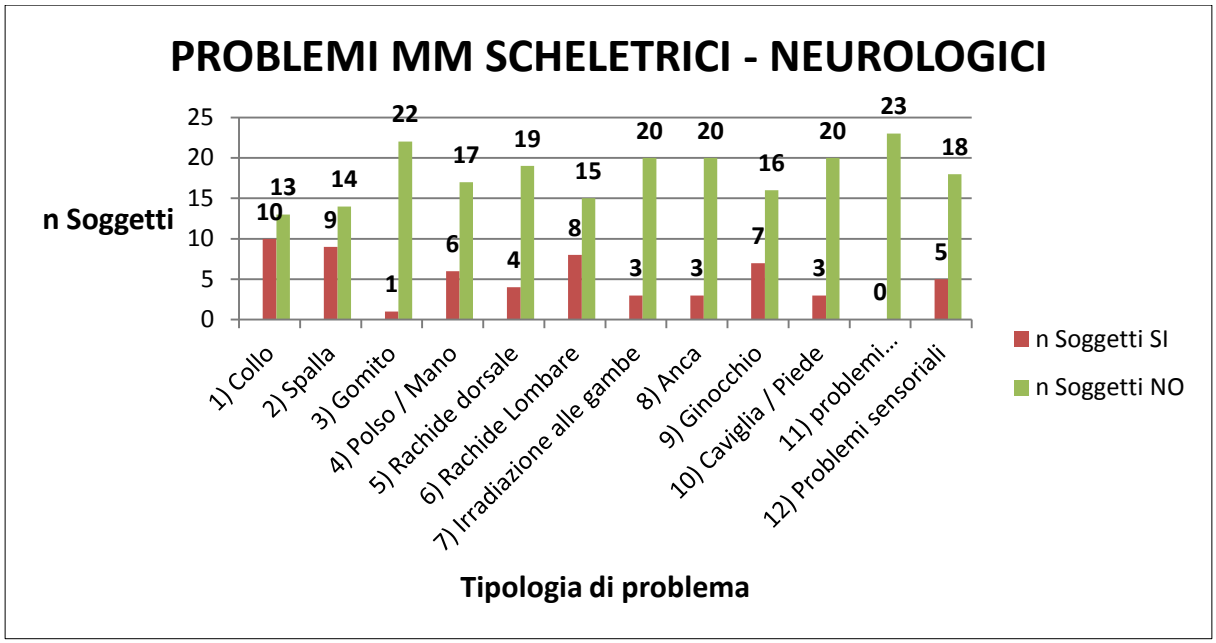
ANALISI DEI DATI

Calcolare l'affidabilità tra due misurazioni è uno dei compiti più complessi per la statistica in medicina, dovuto anche al fatto che non esiste unanimità né sulla scelta dei test più appropriati, né sull'interpretazione dei risultati. Per questo motivo è stato utilizzato più di un test, adatti per il tipo di variabile da analizzare, scegliendo fra quelli disponibili dal software e si è cercato di dare un'interpretazione combinata dei risultati.

I dati raccolti sono stati inseriti in un foglio di lavoro Excel secondo i seguenti raggruppamenti: anagrafica, valutazione 1, valutazione 2, valutazione 3, ripetuta 1. La loro analisi è stata effettuata utilizzando il programma statistico "IBM SPSS Statistics 20 ®". La verifica dell'affidabilità è stata condotta calcolando il Coefficiente di Correlazione Intraclasse e l'α di Cronbach, in quanto sono le misure statistiche più utilizzate per l'indagine su variabili di tipo numerico continuo. L'Indice di Correlazione Intraclasse assume valori compresi tra -1 (quando le variabili considerate sono inversamente correlate) e +1 (quando c'è correlazione assoluta, cioè quando alla variazione di una variabile corrisponde una variazione dell'altra). Se l'indice di correlazione assume un valore pari a zero questo identifica assenza di correlazione tra le variabili analizzate. Per convenzione vengono considerati valori con ICC < 0.40 dotati di povera affidabilità, valori con 0.40 < ICC < 0.75 dotati di affidabilità tra sufficiente e buona e, valori con ICC > 0.75 dotati di eccellente affidabilità.[39] L'altro indice utilizzato nell'analisi statistica dei dati per sintetizzare il grado di affidabilità è il Coefficiente di Cronbach. I valori con Coefficiente di Cronbach < 0.60 sono considerati inadeguati; valori con 0.61 < α < 0.70 sono reputati sufficientemente affidabili; valori con 0.71 < α < 0.80 buoni, valori con 0.81 < α < 0.90 molto buoni e valori con 0.90 < α < 1 ottimi.[40] L'analisi degli item del questionario SF-36 è stata fatta utilizzando il sito online: *http://crc.marionegri.it/sf36/sf36v1ita.htm.*[41]

RISULTATI

Tutti i 23 soggetti sani reclutati hanno partecipato allo studio e hanno effettuato le tre valutazioni all'interno di un range di tempo di 7 giorni rispettando i criteri di orario prestabiliti. Tutti i soggetti hanno compilato i questionari il primo giorno di valutazione e sono stati ritenuti idonei per partecipare allo studio in quanto nessuno di questi presentava particolari disturbi che potessero aumentare considerevolmente la variabilità del soggetto tra una valutazione e l'altra. Dai risultati del questionario generico somministrato si evincono i principali disturbi di origine muscolo-scheletrica presenti all'interno del campione selezionato. Su 23 soggetti 10 presentavano disturbi a livello del rachide cervicale, 9 a livello della spalla, 1 al gomito, 6 al distretto polso-mano, 4 al rachide dorsale, 8 al rachide lombare, 3 accusavano irradiazione alle gambe, 3 problemi all'anca, 7 al ginocchio e 3 a livello della caviglia e del piede. Nessuno tra i 23 soggetti presentava problemi di natura neurologica o sensitiva mentre 5 presentavano problemi sensoriali corrispondenti ai principali difetti di rifrazione visiva. Nessuno dei soggetti che rispondevano positivamente a un problema a livello dei distretti elencati era attualmente in trattamento o aveva effettuato operazioni (anche di microchirurgia) negli ultimi 30 giorni per il problema segnalato. Inoltre, nessuno dei disturbi rilevati era attribuibile a un trauma avvenuto negli ultimi 12 mesi. [**Grafico 2**] [**Tabella 3**]



[**Grafico 2**] *Frequenza dei problemi mm scheletrici / neurologici nel campione.*

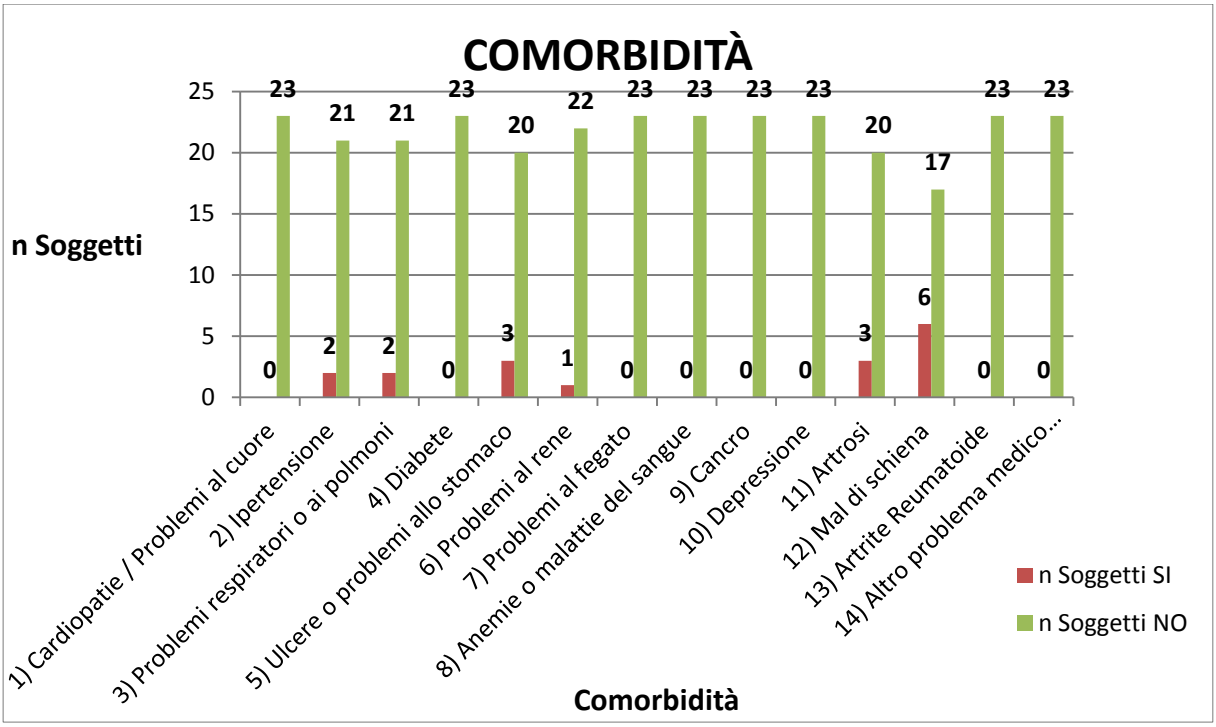
Disturbi muscoloscheletrici / neurologici	Lei ha questo disturbo?		Questo tipo di disturbo è stato causato da un trauma avvenuto negli ultimi 12 mesi?		E' attualmente in cura per il problema segnalato?		Ha effettuato infiltrazioni intrarticolari / interventi chirurgici negli ultimi 30 giorni per il problema segnalato?	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1) Collo	10	13	0	23	0	23	0	23
2) Spalla	9	14	0	23	0	23	0	23
3) Gomito	1	22	0	23	0	23	0	23
4) Polso / Mano	6	17	0	23	0	23	0	23
5) Rachide Dorsale	4	19	0	23	0	23	0	23
6) Rachide Lombare	8	15	0	23	0	23	0	23
7) Irradiazione alle gambe	3	20	0	23	0	23	0	23
8) Anca	3	20	0	23	0	23	0	23
9) Ginocchio	7	16	0	23	0	23	0	23
10) Caviglia / Piede	3	20	0	23	0	23	0	23
11) Problemi neurologici e sensitivi	0	23	0	23	0	23	0	23
12) Problemi sensoriali	5	18	0	23	0	23	0	23

[Tabella 3] *Tabella riassuntiva della frequenza dei principali disturbi muscolo – scheletrici o neurologici presenti all'interno del campione rilevate attraverso la somministrazione del questionario generico non validato.*

Per quanto riguarda le comorbidità, su 23 soggetti 2 soffrivano di ipertensione e problemi respiratori o ai polmoni, 3 presentavano ulcere o problemi allo stomaco e artrosi, 6 soffrivano di mal di schiena, 1 problemi al rene. Nessuno invece presentava cardiopatie o problemi al cuore, diabete, problemi al fegato, anemie o malattie del sangue, cancro, depressione, artrite reumatoide o qualsiasi altro problema di salute non specificato nell'elenco proposto dal questionario. Solo 2 soggetti erano in trattamento per problemi o ulcere allo stomaco e solo 1 di questi aveva segnalato un peggioramento dei sintomi negli ultimi 12 mesi. Tutti gli altri individui che avevano segnalato la presenza delle altre comorbidità non erano in trattamento e non segnalavano un peggioramento dei sintomi. [**Tabella 4**] [**Grafico 3**]

Comorbidità	Lei ha questo tipo di problema?		E' in trattamento per questo tipo di problema?		Questo problema è peggiorato negli ultimi 12 mesi?	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1) Cardiopatie / Problemi al cuore	0	23	0	23	0	23
2) Ipertensione	2	21	0	23	0	23
3) Problemi respiratori o ai polmoni	2	21	0	23	0	23
4) Diabete	0	23	0	23	0	23
5) Ulcere o problemi allo stomaco	3	20	2	21	1	22
6) Problemi al rene	1	22	0	23	0	23
7) Problemi al fegato	0	23	0	23	0	23
8) Anemie o malattie del sangue	0	23	0	23	0	23
9) Cancro	0	23	0	23	0	23
10) Depressione	0	23	0	23	0	23
11) Artrosi	3	20	0	23	0	23
12) Mal di schiena	6	17	0	23	0	23
13) Artrite Reumatoide	0	23	0	23	0	23
14) Altro problema medico (specificare)	0	23	0	23	0	23

[**Tabella 4**] *Tabella riassuntiva della frequenza delle principali comorbidità presenti all'interno del campione rilevate attraverso la somministrazione del questionario generico non validato.*



[**Grafico 3**] *Frequenza delle principali comorbidità nel campione.*

Il questionario indagava anche circa eventuali problematiche di salute comuni che potevano essere stati presenti nell'ultimo periodo come mal di testa, disturbi agli occhi, problemi di circolazione a livello degli arti inferiori e dolore all'apparato stomatognatico. Su 23 pazienti 7 presentavano mal di testa, 3 disturbi agli occhi, 1 disturbi di circolazione a livello degli arti inferiori e 1 dolore all'apparato stomatognatico nella settimana precedente. Nessuno presentava queste problematiche il giorno della prima valutazione. [**Tabella 5**]

Altro problema	Il problema c' è stato nell'ultima settimana?		Il Problema è presente oggi?	
	SI	NO	SI	NO
1) Mal di testa	7	16	0	23
2) Disturbi agli occhi	3	20	0	23
3) Problemi circolatori agli AAII	1	22	0	23
4) Sintomatologia dolorosa all'apparato stomatognatico	1	22	0	23

[**Tabella 5**] *Tabella riassuntiva della frequenza delle principali problematiche comuni presenti all'interno del campione rilevate attraverso la somministrazione del questionario generico.*

Il questionario inoltre dava l'opportunità di raccogliere alcune informazioni circa lo stile di vita del paziente, ad esempio lo svolgimento di attività fisica, l'effettuazione di attività fisica extra lavorativa non sportiva e il grado di sforzi fisici che la mansione lavorativa del soggetto poteva comportare. [**Tabella 6**] [**Tabella 7**] [**Tabella 8**]

fa attività fisica sportiva?					
		Frequenza	*Percentuale*	*Percentuale valida*	*Percentuale cumulata*
Validi	*una volta al mese*	2	8,7	8,7	8,7
	una volta a settimana	5	21,7	21,7	30,4
	più volte a settimana	11	47,8	47,8	78,3
	quasi tutti i giorni	4	17,4	17,4	95,7
	tutti i giorni	1	4,3	4,3	100,0
	Totale	23	100,0	100,0	

[**Tabella 6**] *Tabella riassuntiva della frequenza di svolgimento di attività fisica sportiva all'interno del campione rilevata attraverso la somministrazione del questionario generico*.

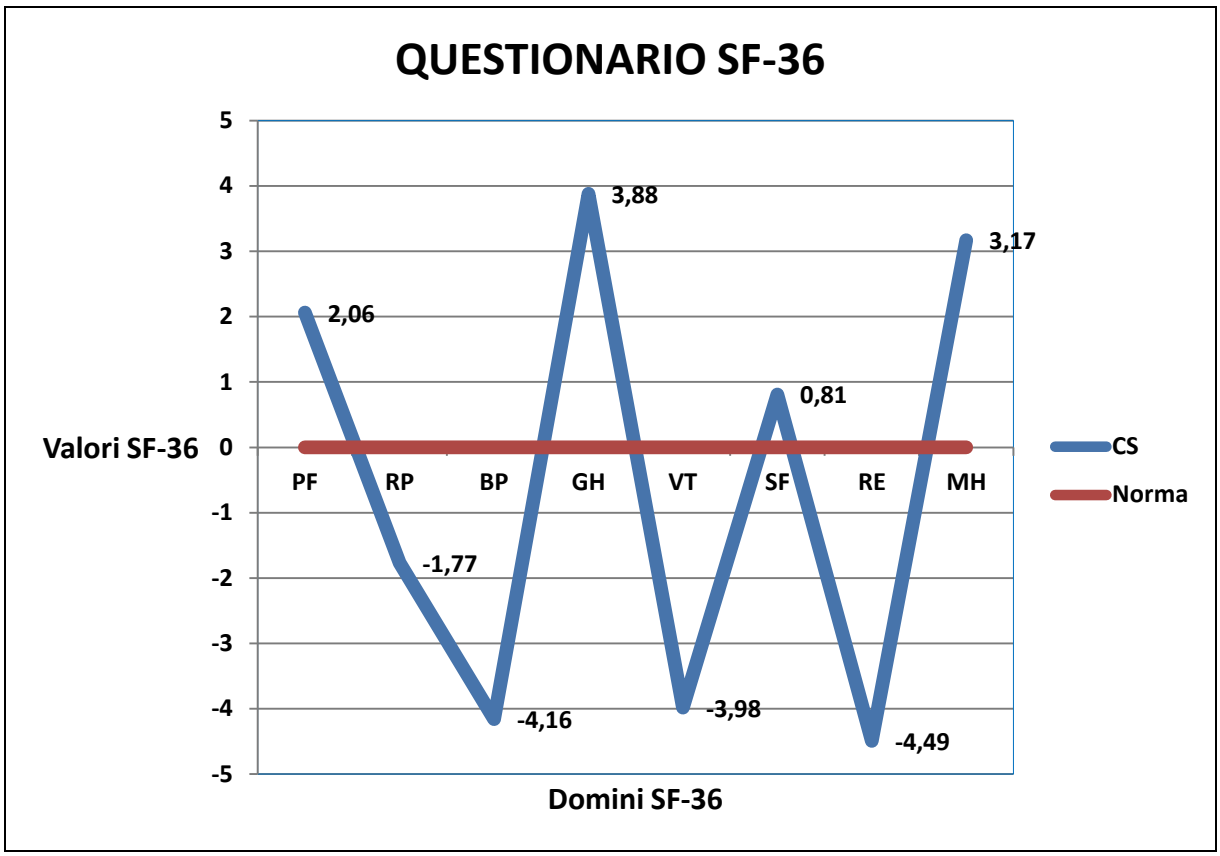
le sue mansioni lavorative richiedono anche sforzi/attività fisica?					
		Frequenza	*Percentuale*	*Percentuale valida*	*Percentuale cumulata*
Validi	*Sì*	10	43,5	43,5	43,5
	No	13	56,5	56,5	100,0
	Totale	23	100,0	100,0	

[**Tabella 7**] *Tabella riassuntiva della frequenza di mansioni lavorative faticose o che richiedono attività fisica all'interno del campione, rilevata attraverso la somministrazione del questionario generico*

svolge attività fisica extra lavorativa non sportiva?					
		Frequenza	*Percentuale*	*Percentuale valida*	*Percentuale cumulata*
Validi	*si leggera*	7	30,4	30,4	30,4
	si pesante	4	17,4	17,4	47,8
	No	12	52,2	52,2	100,0
	Totale	23	100,0	100,0	

[**Tabella 8**] *Tabella riassuntiva della frequenza di svolgimento di attività fisica extra lavorativa non sportiva all'interno del campione, rilevata attraverso la somministrazione del questionario generico*.

Per quanto riguarda il questionario SF-36 invece, i domini in cui il campione ha dimostrato avere valori sopra la media nazionale sono: PF (Attività Fisica), GH (Salute Generale), SF (Attività Sociali) e MH (Salute Mentale). I domini in cui invece il campione ha dimostrato avere risultati sotto la norma sono: RP (limitazioni di ruolo dovute a Salute fisica), BP (Body Pain), VT (Vitalità), RE (Limitazioni di ruolo dovute allo stato emotivo). [**Grafico 4**]



[Grafico 4] *Grafico che vede a confronto i punteggi dei vari domini del questionario SF-36 della popolazione oggetto di studio con le medie nazionali.*

Le “domande di routine” sono state somministrate ai 23 soggetti prima di ogni valutazione. Solo 2 soggetti hanno dato risposte “fuori norma” alla terza valutazione con l’operatore numero 2 e, hanno pertanto dovuto ripetere l’acquisizione entro i 7 giorni stabiliti dalla data di prima valutazione avvenuta. [**Tabella 9**] [**Tabella 10**]

Domande di Routine	**Ha fatto attività lavorative supplementari rispetto la volta precedente?**		**Ha passato bene la notte?**		**La sua giornata trascorsa fino ad ora è simile per stanchezza fisica e mentale a quella dell'altra volta?**		**Ha qualcosa da segnalare?**	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
VALUTAZIONE 1	0	23	23	0	23	0	0	23
VALUTAZIONE 2	0	23	23	23	23	0	0	23
VALUTAZIONE 3	0	23	22	1	23	0	1	22

[Tabella 9] *Tabella riassuntiva delle risposte dei soggetti alle “domande di routine” durante le valutazioni 1, 2, 3.*

I 2 soggetti che hanno partecipato alle valutazioni ripetute hanno risposto correttamente alle “domande di routine”, pertanto si è ritenuto valido ripetere l’acquisizione. [**Tabella 10**]

Domande di Routine	**Ha fatto attività lavorative supplementari rispetto la volta precedente?**		**Ha passato bene la notte?**		**La sua giornata trascorsa fino ad ora è simile per stanchezza fisica e mentale a quella dell'altra volta?**		**Ha qualcosa da segnalare?**	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
RIPETUTA (2 soggetti)	0	2	2	0	2	0	0	2

[Tabella 10] *Tabella riassuntiva delle risposte dei soggetti alle “domande di routine” durante le valutazioni ripetute.*

- ANALISI DELL'AFFIDABILITÀ

L'analisi dell'affidabilità intra esaminatore e inter esaminatore dei parametri è avvenuta raggruppando i dati per la variabile di appartenenza e distinguendo i dati appartenenti alle acquisizioni eseguite in modalità "occhi chiusi" da quelle eseguite in modalità "occhi aperti". Per l'affidabilità intra esaminatore, sono stati analizzati i dati della prima valutazione dell'operatore 1 con quelli appartenenti alla seconda valutazione dell'operatore 1. Per l'analisi dell'affidabilità inter esaminatore, sono stati analizzati i dati della prima valutazione dell'operatore 1 con quelli della valutazione dell'operatore 2 e, i dati della seconda valutazione dell'operatore 1 con quelli della valutazione dell'operatore 2.

Così facendo, si sono ottenuti un risultato per l'affidabilità intra esaminatore e due risultati per l'affidabilità inter esaminatore per ciascun parametro sia nella variabile "occhi aperti" che nella variabile "occhi chiusi". Analizzando la modalità di acquisizione a "occhi aperti", i parametri *% peso piede sinistro, % peso avampiede sinistro, % peso retropiede sinistro, % peso avampiede destro, % peso retropiede destro, x medio, y medio e Lunghezza y* mostrano in media un coefficiente di Cronbach > 0.80 e un ICC > 0.70 sia per l'affidabilità intra esaminatore che per entrambe le affidabilità inter operatore valutate.

Parametri come *Lunghezza, Lunghezza x, LFS e VarVit* mostrano invece in media un coefficiente di Cronbach > 0.90 e un ICC > 0.80 sia per l'affidabilità intra esaminatore che per entrambe le affidabilità inter operatore calcolate. *Area* è risultato essere un parametro intermedio con un coefficiente $\alpha < 0.60$ e un ICC < 0.70 nella seconda valutazione inter esaminatore ma con un $\alpha > 0.70$ e un ICC ≈ 0.60 per l'affidabilità intra esaminatore e per la prima inter operatore. IVV è risultato con un coefficiente di Cronbach < 0.50 e un ICC < 0.30 nell'affidabilità intra esaminatore e nella prima inter esaminatore, mentre con un coefficiente $\alpha > 0.60$ e un ICC ≈ 0.50 nella seconda valutazione inter operatore. Per ciò che concerne i parametri *% peso piede destro, Pendio, Ano2x e Ano2y*, hanno dimostrato un risultato negativo per l'affidabilità intra esaminatore. Per il parametro *% peso piede destro* è risultato negativa anche la prima valutazione inter esaminatore, mentre per *Ano2x* oltre l'affidabilità intra esaminatore, è risultata negativa anche la seconda valutazione inter esaminatore. Non è stato possibile calcolare né l'agreement intra esaminatore né quello inter esaminatore per il parametro *Quoziente di Romberg* e per la sua derivata *Variazione della velocità del Quoziente di Romberg* perché tutti i dati rilevati dalle varie acquisizioni

erano una costante pari a 0, quindi intrinsecamente perfettamente riproducibili. I parametri hanno dimostrato avere un coefficiente $\alpha > 0.90$ in almeno uno degli agreement verificati sono: *% peso retro piede sinistro, % peso avampiede destro, y medio, Lunghezza, Lunghezza x, Lunghezza y, LFS e VarVit*. Nello specifico le variabili *Lunghezza x e Lunghezza y* sono risultate con $\alpha > 0.90$ in tutte le tre valutazioni di agreement effettuate; *VarVit* ha dimostrato questo valore solo per gli agreement inter esaminatore mentre *% peso retro piede sinistro, % peso avampiede destro, y medio e Lunghezza y* solo per la valutazione intra esaminatore.

Analizzando la significatività statistica, sono risultati con $p < 0.05$ sia per le valutazioni intra esaminatore che per quelle inter esaminatore i parametri: *% peso piede sinistro, % peso avampiede sinistro, % peso retropiede sinistro, % peso avampiede destro, % peso retropiede destro, x medio, y medio, lunghezza, lunghezza x, lunghezza y, LFS e VarVit*. *IVV* presenta una $p < 0.05$ solo per la seconda valutazione inter esaminatore; il parametro *area* invece solo per la valutazione intra esaminatore e per la prima inter esaminatore. *Pendio, Ano2x e Ano2y* mostrano una $p > 0.05$ in tutti gli agreement verificati. [**Tabella 11**]

OCCHI APERTI	AFFIDABILITA' INTRA ESAMINATORE (val 1 op1 + val 2 op 1)		AFFIDABILITA' INTER ESAMINATORE (val 1 op1 + val 1 op 2)		AFFIDABILITA' INTER ESAMINATORE (val 2 op 1 + val 1 op 2)	
	α Cronbach	ICC	α Cronbach	ICC	α Cronbach	ICC
1) % Peso SX	0,856	0,748	0,843	0,729	0,800	0,667
2) % Peso DX	-0,182*	-0,830*	-0,262*	-0,116*	0,803	0,671
3) % Peso avampiede SX	0,856	0,762	0,667	0,511	0,877	0,797
4) % Peso retropiede SX	0,904	0,825	0,837	0,720	0,866	0,764
5) % Peso avampiede DX	0,902	0,822	0,880	0,786	0,813	0,685
6) % Peso retropiede DX	0,849	0,738	0,847	0,735	0,771	0,627
7) IVV	0,415*	0,262*	0,225*	0,126*	0,635	0,466
8) X medio	0,895	0,810	0,800	0,667	0,871	0,771
9) Y medio	0,920	0,852	0,839	0,722	0,856	0,779
10) Area	0,711	0,551	0,752	0,602	0,383*	0,237*
11) Lunghezza	0,934	0,877	0,932	0,873	0,908	0,832
12) Lunghezza X	0,909	0,833	0,951	0,907	0,914	0,842
13) Lunghezza Y	0,938	0,883	0,864	0,761	0,793	0,656
14) Pendio	-0,154*	-0,072*	0,405*	0,254*	0,166*	0,091*
15) Ano2X	-0,042*	-0,020*	0,400*	0,250*	-0,064*	-0,031*
16) Ano2Y	-0,083*	-0,040*	0,312*	0,185*	0,179*	0,098*
17) LFS	0,937	0,881	0,892	0,805	0,907	0,830
18) QRMG	NC	NC	NC	NC	NC	NC
19) QRMGVV	NC	NC	NC	NC	NC	NC
20) Var Vit	0,883	0,790	0,912	0,838	0,909	0,833

[Tabella 11] *Tabella riassuntiva dei risultati di affidabilità intra esaminatore e inter esaminatore (calcolati con α di Cronbach e Coefficiente di Correlazione Intraclasse) di ogni parametro esaminato per la modalità di valutazione "occhi aperti". In rosso sono segnati i coefficienti risultati negativi; in verde i coefficienti di Cronbach con α < 0.60; in giallo i valori con α > 0.90; in viola gli ICC < 0.40. I valori contrassegnati da un asterisco (*) risultano con p < 0.05. IC 95%.*

Per le valutazioni effettuate in modalità "occhi chiusi" i parametri *% peso piede sx, % peso piede destro, % peso avampiede sinistro, % peso retropiede sinistro, % peso retropiede destro, x medio e y medio* presentano in media un coefficiente di Cronbach > 0.80 e un ICC > 0.70 sia per l'affidabilità intra esaminatore sia per entrambe le affidabilità inter operatore calcolate. Per i parametri *% peso avampiede destro, Area, Lunghezza, Lunghezza x, Lunghezza y, LFS e VarVit* si notano i coefficienti di Cronbach con un valore medio di $\alpha > 0.90$ e un ICC > 0.80 sia per la valutazione dell'affidabilità intra esaminatore che per le due affidabilità inter operatore calcolate. Nello specifico, le variabili *Lunghezza, Lunghezza x e Lunghezza y* hanno entrambi i coefficienti di affidabilità superiori allo 0.90 per tutte gli agreement verificati. *IVV* presenta in media un coefficiente $\alpha > 0.60$ e un ICC > 0.50 per l'affidabilità intra esaminatore e per quelle inter esaminatore. *Ano2x, QRMG e QRMGVV* presentano invece in media un coefficiente di Cronbach < 0.60 e un ICC < 0.50 per tutte le affidabilità calcolate nello studio. *Pendio* e *Ano2y* invece, mostrano risultati negativi: il primo per la seconda valutazione dell'affidabilità inter esaminatore, il secondo per entrambe le affidabilità inter esaminatore calcolate. I parametri che hanno dimostrato avere un coefficiente $\alpha > 0.90$ in almeno uno degli agreement verificati sono: *% peso avampiede sinistro, % peso retro piede sinistro, % peso avampiede destro, % peso retro piede destro, x medio, y medio, Area, Lunghezza, Lunghezza x, Lunghezza y, LFS e VarVit*. Nello specifico, *x medio* e *y medio* hanno dimostrato avere un $\alpha > 0.90$ solo nella valutazione intra esaminatore; *Area* solo in quelle inter esaminatore; *Lunghezza, Lunghezza x, Lunghezza y, LFS e VarVit* in tutti e tre i casi valutati.

Le variabili risultate con $p < 0.05$ con un IC 95% sia per le valutazioni intra esaminatore che per quelle inter esaminatore sono: *% peso piede sinistro, % peso piede destro, % peso avampiede sinistro, % peso retropiede sinistro, % peso avampiede destro, % peso retropiede destro, IVV, x medio, y medio, area, lunghezza, lunghezza x, lunghezza y, LFS e QRMGVV e VarVit.* I parametri: *Pendio, Ano2y e QRMG* hanno dimostrato un valore $p > 0.05$ in tutti gli agreement valutati. *Ano2x* ha dimostrato un p value < 0.05 nella valutazione dell'affidabilità intra esaminatore e nella seconda valutazione dell'affidabilità inter esaminatore.

[**Tabella 12**]

OCCHI CHIUSI	AFFIDABILITA' INTRA ESAMINATORE (val 1 op 1 + val 2 op 1)		AFFIDABILITA' INTER ESAMINATORE (val 1 op 1 + val 1 op 2)		AFFIDABILITA' INTER ESAMINATORE (val 2 op 1 + val 1 op 2)	
	α Cronbach	ICC	α Cronbach	ICC	α Cronbach	ICC
1) % Peso SX	0,881	0,787	0,816	0,690	0,807	0,677
2) % Peso DX	0,881	0,788	0,821	0,696	0,804	0,672
3) % Peso avampiede SX	0,929	0,868	0,783	0,643	0,864	0,761
4) % Peso retropiede SX	0,923	0,858	0,791	0,655	0,805	0,674
5) % Peso avampiede DX	0,945	0,896	0,903	0,822	0,835	0,717
6) % Peso retropiede DX	0,869	0,769	0,899	0,816	0,870	0,770
7) IVV	0,717	0,559	0,678	0,513	0,614	0,443
8) X medio	0,904	0,825	0,807	0,677	0,811	0,681
9) Y medio	0,950	0,904	0,891	0,804	0,860	0,754
10) Area	0,866	0,796	0,946	0,897	0,923	0,857
11) Lunghezza	0,980	0,962	0,972	0,946	0,968	0,937
12) Lunghezza X	0,972	0,945	0,957	0,918	0,946	0,898
13) Lunghezza Y	0,974	0,949	0,960	0,922	0,965	0,933
14) Pendio	0,147*	0,080*	0,136*	0,073*	-0,572*	-0,223*
15) Ano2X	0,632	0,462	0,451*	0,291*	0,574	0,402
16) Ano2Y	0,410*	0,258*	-0,872*	-0,304*	-1,192*	-0,373*
17) LFS	0,940	0,887	0,905	0,826	0,902	0,822
18) QRMG	0,056*	0,029*	0,494*	0,328*	0,498*	0,332*
19) QRMGVV	0,576	0,405	0,702	0,541	0,767	0,622
20) Var Vit	0,962	0,927	0,948	0,901	0,898	0,815

[Tabella 12] *Tabella riassuntiva dei risultati di affidabilità intra esaminatore e inter esaminatore (calcolati con α di Cronbach e Coefficiente di Correlazione Intraclasse) di ogni parametro esaminato per la modalità di valutazione "occhi chiusi". In rosso sono segnati i coefficienti risultati negativi, in verde i coefficienti di Cronbach con α < 0.60; in giallo i valori con α > 0.90; in viola gli ICC < 0.40; in lilla e in verde chiaro rispettivamente i valori di ICC e α di Cronbach borderline. I valori contrassegnati da un asterisco (*) risultano con p < 0.05. IC 95%.*

Alla luce dei risultati emersi, si è deciso di ricalcolare l'affidabilità intra esaminatore e inter esaminatore per i parametri della pedana Cyber Sabots che sono risultati negativi sia nelle valutazioni in modalità "occhi aperti" che nella modalità "occhi chiusi", sostituendo i dati appartenenti ai due soggetti che avevano dato risposte "fuori norma" alle "domande di routine" con i dati delle valutazioni ripetute su tali soggetti. I risultati ottenuti dal calcolo dell'affidabilità utilizzando le valutazioni ripetute non riportavano sostanziali variazioni per le variabili *Pendio, Ano2x e Ano2y* calcolate rispetto ai risultati precedentemente ottenuti con le valutazioni 1, 2, 3. Pertanto, non si è ritenuto necessario procedere all'analisi totale dell'affidabilità anche per gli altri parametri.

DISCUSSIONE

Attualmente in letteratura sono presenti diverse tecniche per valutare la postura ma, dagli ultimi anni, le pedane stabilometriche o piattaforme di forza cominciano a essere largamente utilizzate con lo scopo di stimare l'equilibrio e i disturbi ad esso correlati. Il mercato propone vari modelli a seconda della tecnologia di costruzione utilizzata. Tuttavia, per ogni pedana esistente in commercio spesso non corrispondono studi che ne certifichino l'affidabilità o la validità, come nel caso della pedana oggetto di questo studio. Cyber Sabots si propone al campo della scienza come "la pedana che ha ottenuto più riconoscimenti dal comitato Scientifico Internazionale sulla stabilometria". Si ritiene l'evoluzione della classica pedana stabilometrica per diverse caratteristiche: è costituita da due piattaforme gemelle monopodali invece che una piattaforma unica bipodale; permette di acquisire separatamente il movimento dei piedi e la distribuzione del carico tra la zona metatarsale e quella del tallone; rileva il carico attraverso kg misurati e non calcolati e attraverso i suoi dati dà l'opportunità di interpretare il ruolo della caviglia e dell'anca nel controllo posturale.[35] Sono stati condotti diversi studi che vedono protagonista la pedana stabilometrica Cyber Sabots, principalmente con l'obiettivo di sviluppare nuovi concetti, dati normativi o per ideare nuovi parametri che permettessero di valutare la postura in maniera più dettagliata. Nessuno studio scientifico però è stato pubblicato per verificare l'affidabilità intra e inter esaminatore dei parametri utilizzati dal software per quantificare il controllo posturale. Con lo scopo di colmare questa mancanza, è stato deciso di condurre questo studio scientifico. E' stato selezionato un campione di 23 soggetti sani e volontari con un'età media di 38,78 ± 12,32 anni composto da 12 maschi e 11 femmine. I soggetti erano esclusi dallo studio se all'anamnesi presentavano problemi muscolo-scheletrici causati da un trauma avvenuto negli ultimi 12 mesi e se erano affetti da patologie neurologiche. Due operatori hanno eseguito in totale 3 valutazioni sulla pedana stabilometrica all'interno di un setting standardizzato. Ogni valutazione comprendeva un'acquisizione eseguita in modalità "occhi aperti" e una in modalità "occhi chiusi". I test si svolgevano in giornate diverse, in un intervallo di massimo 7 giorni dalla data della prima valutazione. Ogni soggetto stabiliva un orario per tutte le valutazioni con una variazione massima di ± 4 ore dall'orario prefissato. Nella prima giornata di valutazione venivano somministrati due questionari di cui un SF-36 e

un questionario generico non validato per indagare sui principali disturbi muscolo-scheletrici o neurologici. In tutte le giornate di valutazione, venivano somministrate oralmente delle "domande di routine" per verificare se le condizioni psico-fisiche del soggetto erano alterate rispetto il suo standard o rispetto la precedente valutazione. Se il soggetto rispondeva "fuori norma" alle "domande di routine", doveva ripetere l'acquisizione. Tutti i 23 soggetti hanno completato le tre valutazioni; di questi, solo 2 hanno dato risposte "fuori norma" alle "domande di routine", dovendo quindi ripetere il test. I dati rilevati dalla prima, seconda e terza acquisizione sono stati raggruppati per la variabile di appartenenza e successivamente analizzati tramite il programma statistico "IBM SPSS Statistics 20", calcolandone il Coefficiente di Cronbach e il Coefficiente di Correlazione Intraclasse. La prima analisi di affidabilità è stata condotta sui dati della prima, seconda e terza valutazione sia per la modalità di valutazione a "occhi aperti" che per quella a "occhi chiusi". A seguito dell'indagine statistica, sono stati considerati valori con ICC < 0.40 dotati di scarsa affidabilità, valori con 0.40 < ICC < 0.75 dotati di sufficiente / buona affidabilità e, valori con ICC > 0.75 dotati di eccellente affidabilità.[39] Per quanto riguarda il Coefficiente di Cronbach, valori < 0.60 sono stati considerati inadeguati; valori con $0.61 < \alpha < 0.70$ sono stati reputati sufficientemente affidabili; valori con $0.71 < \alpha < 0.80$ buoni, valori con $0.81 < \alpha < 0.90$ molto buoni e valori con $0.90 < \alpha < 1$ ottimi. Per quanto riguarda l'applicazione clinica, vengono ricercati valori con $\alpha > 0.90$.[40] Seguendo questo criterio di valutazione, per le acquisizioni in modalità "occhi aperti" le variabili che sono risultate quasi perfettamente riproducibili sono: *Lunghezza, Lunghezza x,* e *LFS*. Parametri come *% peso piede sinistro, % peso retropiede destro* e *x medio* dimostrano avere un'affidabilità intra e inter esaminatore molto buona. Le variabili: *% peso retropiede sinistro, % peso avampiede destro, y medio* e *Lunghezza y* dimostrano invece ottima affidabilità intra esaminatore e un'affidabilità inter operatore molto buona. Il parametro *Area* è dotato di buona riproducibilità dei risultati per l'affidabilità intra esaminatore mentre può essere considerato come un parametro sufficientemente affidabile per quella inter esaminatore. L'unica variabile che dimostra un'eccellente affidabilità inter operatore a discapito di un'affidabilità intra operatore molto buona è *VarVit*. I parametri che all'analisi sono risultati insufficienti per entrambi gli agreement valutati sono: *% peso piede destro, IVV, Pendio, Ano2x e Ano2y*. Nello specifico il parametro *% peso destra* è risultato insufficiente nella valutazione intra esaminatore e nella prima inter esaminatore, ma dimostra una riproducibilità molto buona nella seconda valutazione inter

esaminatore; *IVV* può essere considerato come sufficientemente affidabile solo nella seconda valutazione inter operatore. Dei parametri "Quoziente di Romberg" (*QRMG*) e la sua derivata "variazione della velocità del Quoziente di Romberg" (*QRMGVV*), non è stato possibile calcolare l'agreement, in quanto il dato era una costante in tutte le misurazioni e perciò dotato di intrinseca affidabilità. Per quanto riguarda il calcolo della *p value*, si è notato che tutti i parametri che sono risultati con una buona affidabilità sono anche da considerarsi statisticamente significativi. Pertanto, per ciò che concerne la valutazione in modalità "occhi aperti" non si possono ritenere statisticamente significative le variabili: *Pendio, Ano2x, Ano2y, IVV* (nella valutazione intra esaminatore e nella prima inter esaminatore) e *Area* (solo nella seconda valutazione dell'affidabilità inter esaminatore).

Per ciò che concerne la misurazione ad "occhi chiusi", parametri come *Lunghezza, Lunghezza x, Lunghezza y, LFS* e *VarV*it sono risultati quasi perfettamente riproducibili sia nella valutazione intra che in quelle inter esaminatore. Le variabili*: % peso piede sinistro, "% peso piede destro"* e *% peso retropiede destro* risultano possono essere considerate come buone in termini di affidabilità. Alcuni parametri, come *% peso avampiede sinistro, % peso retro piede sinistro, x medio* e *y medio*, hanno ottenuto un'ottima affidabilità intra esaminatore e un'affidabilità inter esaminatore molto buona mentre, la variabile % peso avampiede destro ha dimostrato un ottimo agreement sia per la valutazione intra esaminatore che per una delle due inter esaminatore calcolate. L'*area* è l'unico parametro che presenta un'affidabilità intra operatore leggermente inferiore rispetto le inter operatore, dimostrandosi comunque molto riproducibile nella prima, e quasi perfettamente riproducibile nelle seconde. *IVV* si è dimostrato sufficientemente affidabile per la valutazione inter operatore e dotato di buona affidabilità in quella intra esaminatore. *Pendio, Ano2y* e *QRMG* non possono essere considerati riproducibili né confrontando i risultati delle valutazioni dello stesso operatore, né quelle di operatori diversi. *Ano2x* risulta sufficientemente affidabile nella valutazione intra esaminatore, non affidabile nel primo calcolo di affidabilità inter operatore e "borderline" nella seconda inter operatore. Al contrario *QRMGVV* risulta dotato di buona affidabilità inter operatore ma viene considerato come "borderline" in quella intra operatore.

Anche in questo caso tutti i parametri che si possono considerare affidabili sono anche statisticamente significativi. Non vengono considerate dunque come statisticamente significative le variabili: *Pendio, Ano2y, QRMG, Ano2x* (solo per la prima valutazione

dell'affidabilità inter operatore). *Ano2x* e *QRMGVV* dimostrano avere risultati "borderline" sia in termini di affidabilità che di significatività statistica. Nello specifico, *Ano2x* è da considerarsi in questo modo nella seconda valutazione inter esaminatore; *QRMGVV* in quella intra esaminatore.

Considerando i risultati ottenuti, possono essere classificate degne dell'applicazione clinica le variabili che almeno una volta hanno ottenuto un valore di α di Cronbach > 0.90.[40]

Esse sono quindi: *% peso avampiede sinistro, % peso retropiede sinistro, % peso avampiede destro, % peso retropiede destro, x medio, y medio, Area, Lunghezza, Lunghezza x, Lunghezza y, LFS* e *VarVit*.

Altra considerazione che si può fare riguarda la corrispondenza tra quelli che sono i parametri risultati poco o per nulla affidabili nelle valutazioni eseguite in modalità "occhi aperti" e quelli eseguiti in modalità "occhi chiusi". *Pendio, Ano2x* e *Ano2y* infatti mostrano risultati pressocchè scarsi o inadeguati in entrambi i casi. Simile è la considerazione che si può fare per le variabili *QRMG* e *QRMGVV* in quanto i dati vengono realmente calcolati solo nella modalità "occhi chiusi" perché durante l'acquisizione a "occhi aperti" il software assegna automaticamente un punteggio pari a 0. Per valutare se questi parametri fossero sensibili alle variazioni del soggetto, sono state sostituite le due valutazioni aventi le risposte "fuori norma" alle "domande di routine" con le valutazioni ripetute e, successivamente ricalcolata l'affidabilità. Nonostante ciò non si è osservato nessun cambiamento significativo nei risultati ottenuti; probabilmente perchè i cambiamenti dello stato psicofisico dichiarati dai soggetti erano di lieve entità tali da non influenzare in maniera considerevole la postura e quindi da poter essere rilevati dalla macchina. Differenze tra le modalità di acquisizione "occhi aperti" - "occhi chiusi" si possono notare nel parametro *area* e nel parametro *% peso piede destro*. I risultati inerenti l'affidabilità intra e inter esaminatore dell'*Area* nella modalità "occhi chiusi" sono da considerarsi generalmente ottimi mentre, nella modalità "occhi aperti" raggiungono a malapena la sufficienza nelle valutazioni inter operatore e dimostrano buona correlazione in quelle intra operatore.

Un'altra incongruenza sembra emergere tra la *% di peso totale del piede destro* e quelle *parziali del piede destro* durante le acquisizioni a "occhi aperti". Dai dati ricavati risulta che le variabili inerenti la distribuzione di peso nelle componenti avampiede e retropiede destro, godano di un'affidabilità molto buona per entrambi gli agreement. Di conseguenza, verrebbe da dare per assodato che anche la percentuale totale del peso piede destro presenti la

stessa riproducibilità ma, al contrario, questo parametro si dimostra sufficientemente affidabile solo in una delle due valutazioni inter esaminatore. Questa discordanza tra i risultati può essere attribuita a un errore di misurazione da parte degli operatori o ad un errore della macchina nel misurare le componenti. Parametri come Ano2x e Ano2y sono quasi sempre risultati non affidabili. Nel dettaglio, Ano2x sembra dimostrare maggiore affidabilità a "occhi chiusi" piuttosto che nella modalità di valutazione a "occhi aperti". Il motivo di questi scarsi risultati, può essere attribuito al fatto che sono di recente ideazione, e possono quindi essere considerati parametri ancora in via di perfezionamento. Conclusione simile è stata tratta anche da uno studio che li denota ancora come poco affidabili e dove gli stessi autori si propongono di ritornare all'analisi dei dati con maggiori risorse a disposizione.[42] Altre considerazioni si possono fare circa i parametri che sono risultati affidabili. La lunghezza della traiettoria del Centro di Pressione, può essere identificata in 3 dei parametri analizzati ossia: la lunghezza totale (*Lunghezza*), la lunghezza secondo l'asse x (*Lunghezza x*) e la lunghezza secondo l'asse y (*Lunghezza y*). Analogamente come è stato affermato prima circa i parametri inerenti al peso del piede destro a "occhi aperti", se risultano affidabili le componenti x e y della lunghezza, è facile pensare che possa esserlo anche la lunghezza totale.

LFS invece, è un parametro che identifica la "lunghezza in funzione della superficie". Pertanto, essendo una derivata di altri due parametri, lunghezza e area dell'ellisse, si può allo stesso modo dedurre che se questi sono affidabili, dovrebbe esserlo anche LFS. Stessa considerazione può essere fatta anche per *x medio* e *y medio* che rappresentano le coordinate medie del centro di pressione durante tutto il tempo dell'acquisizione con *area*, che rappresenta l'ellisse di confidenza contenente il 90% dei punti del centro di pressione.

Al contrario, il parametro che identifica la variazione di velocità del quoziente di Romberg (*QMGVV*), anche se per il solo agreement inter esaminatore, risulta più affidabile del parametro da cui deriva, cioè *QRMG* che invece non risulta affidabile in nessuno dei casi.

Il motivo di questa "incongruenza" può essere dovuto al fatto che il parametro QRMGVV deriva dal QRMG puro e dal parametro IVV. Pertanto, se il parametro IVV dimostra avere risultati positivi in termini di affidabilità, può di conseguenza rendere a sua volta più affidabile la variabile QRMGVV rispetto a QRMG.

Altre considerazioni possono essere fatte circa i parametri che hanno ottenuto un'affidabilità degna da poter essere considerata nel processo decisionale clinico.

- *X medio* può aiutare il clinico a valutare l'asimmetria del centro di pressione. Esso riporta in millimetri l'escursione del centro di pressione rispetto il piano frontale;
- *Y medio* può anch'esso servire per determinare l'asimmetria del centro di pressione rispetto il piano sagittale;
- Il parametro *area* preso singolarmente non è molto significativo per l'utilizzo in clinica se non rapportato ai dati normativi, al fine di determinare se l'area designata dal soggetto possa essere considerata "a norma" o "fuori norma";
- I *pesi parziali degli avampiedi e retropiedi destro e sinistro* servono al clinico per confermare se l'asimmetria evidenziata dalle variabili "x medio" e "y medio" possa essere dovuta a una distribuzione non equa del carico oppure possa essere dovuta a altre cause, da verificare previo un esame clinico;
- La *lunghezza* totale e le sue componenti (*lunghezza x* e *lunghezza y*) di per sé non danno informazioni essenziali in clinica circa la strategia di controllo posturale del soggetto ma, insieme al parametro "area", possono dare una misura del dispendio energetico creando il parametro "LFS". Il parametro *LFS* (lunghezza in funzione della superficie) conferisce informazioni circa la strategia posturale del soggetto identificandola come vantaggiosa o svantaggiosa rispetto al dato normativo.
- *VarVit* confrontato con il rispettivo dato normativo, dà una misura della velocità media di spostamento del centro di pressione durante il tempo di acquisizione. Come LFS quindi, dà una misura indiretta del dispendio energetico.

Riassumendo, tra i dati elencati quelli più utili per la clinica risultano essere *x medio* e *y medio* abbinati alle *percentuali di peso*, e *LFS*.

Alla luce di quanto scritto, i parametri presi singolarmente non possono dare una misura esaustiva della strategia posturale del soggetto per due motivi: il primo è che per condurre un ragionamento clinico è necessario considerare diverse combinazioni di parametri; il secondo è che, in accordo con quanto scritto in una recente revisione sistematica, l'utilizzo di una pedana stabilometrica come strumento di valutazione può non essere esaustivo per individuare disturbi neurologici e muscolo scheletrici, ma deve essere per lo meno abbinata a un esame clinico o all'utilizzo di altre strumentazioni come elettromiografi o accelerometri.[22]

Un altro argomento trattato, è stato quello di confrontare i risultati ottenuti con quelli di altre pedane in commercio. Come già introdotto, oltre a essere disponibili pochi studi scientifici che certifichino le proprietà psicometriche delle piattaforme stabilometriche in commercio, spesso le diverse strumentazioni utilizzano parametri altrettanto differenti per dare una misura del baricentro e delle componenti ad esso associate. Per questo motivo abbiamo scelto come strumento di confronto la pedana Postural Health Station (DL Medica S.p.A. Milano, Italy) avvalendoci dei dati ottenuti dallo studio scientifico "Intersession reliability of a posturo-stabilometric test using a force platform" disponibile sul database di Pubmed. La pedana stabilometrica Postural Health Station (DL Medica S.p.A. Milano, Italy) quantifica la strategia di controllo posturale a partire dal calcolo di: *sway area, sway length, CoP x, CoP y*. Nello specifico, il parametro *sway area* è l'equivalente del parametro "Area" per la pedana Cyber Sabots, *Sway Length* è l'equivalente del parametro "Lunghezza", *CoP x* di "x medio" e *CoP y* di "y medio". Per valutare l'affidabilità intra esaminatore della pedana Postural Health Station è stato utilizzato un campione di 44 soggetti volontari di cui 30 uomini e 14 donne con un età media di 23.75 ± 4.10. I soggetti erano inclusi nello studio se presentavano i seguenti criteri: salute generalmente buona all'anamnesi, assenza di infortuni o disturbi in grado di influenzare la postura, assenza di problemi vestibolari o visivi, assenza di evidenti problemi posturali, presenza di almeno 28 denti e altri criteri inerenti il funzionamento e l'integrità dell'articolazione temporo-mandibolare. La valutazione sulla pedana stabilometrica richiedeva un tempo pari a 51.2 secondi per test. Venivano eseguite le acquisizioni in diverse posture della mandibola sia a occhi aperti che a occhi chiusi con i piedi posizionati a 30°. La pedana era posizionata a 150 cm dal muro e il soggetto era invitato a mantenere una postura rilassata con le braccia lungo i fianchi senza fissare un punto preciso a livello della parete. Ogni soggetto ha ripetuto le valutazioni per due volte con lo stesso operatore con un intervallo di 14 giorni tra la prima valutazione e la seconda. I risultati ottenuti sono stati valutati utilizzando il Coefficiente di Correlazione Intraclasse (ICC). Non si sono riuscite a reperire informazioni circa le proprietà tecniche della pedana stessa.[43] [**Tabella 13**]

Variable	Eyes open			Eyes closed		
	ICC	[95% Conf]	[Interval]	ICC	[95% Conf]	[Interval]
Rest position						
Area	0.553	0.347	0.759	0.560	0.356	0.764
Length	0.768	0.647	0.890	0.773	0.653	0.893
COP *X*	0.799	0.691	0.906	0.823	0.727	0.919
COP *Y*	0.608	0.420	0.795	0.660	0.492	0.827

[**Tabella 13**] *Risultati dell'affidabilità intra esaminatore dei parametri Area, Lunghezza, CoP x e CoP y della pedana stabilometrica Postural Health Station (DL Medica S.p.A. Milano, Italy).*[43]

Abbiamo quindi confrontato i risultati ottenuti dalla valutazione in modalità "mandibola a riposo" della pedana Postural Health Station con quelli delle valutazioni intra esaminatore ottenuti nel nostro studio. Confrontando i risultati delle due pedane sia per la valutazione in modalità "occhi aperti" che in "modalità occhi chiusi" notiamo che essi dimostrano avere circa gli stessi valori. Nei parametri "Lunghezza", "CoP x" e "CoP y" Cyber Sabots sembra addirittura essere più affidabile sia per la modalità occhi aperti che per quella occhi chiusi. Area invece risulta più affidabile in Cyber Sabots piuttosto che nella Postural Health Station solo in modalità occhi chiusi. [**Tabella 14**] [**Tabella 15**]

AFFIDABILITA' INTRA ESAMINATORE OCCHI APERTI: PHS vs CS	**PHS**	**Cyber Sabots**
	ICC	ICC
Area	0,553	0,551
Lunghezza	0,768	0,877
CoP x / x medio	0,799	0,810
CoP y / y medio	0,608	0,852

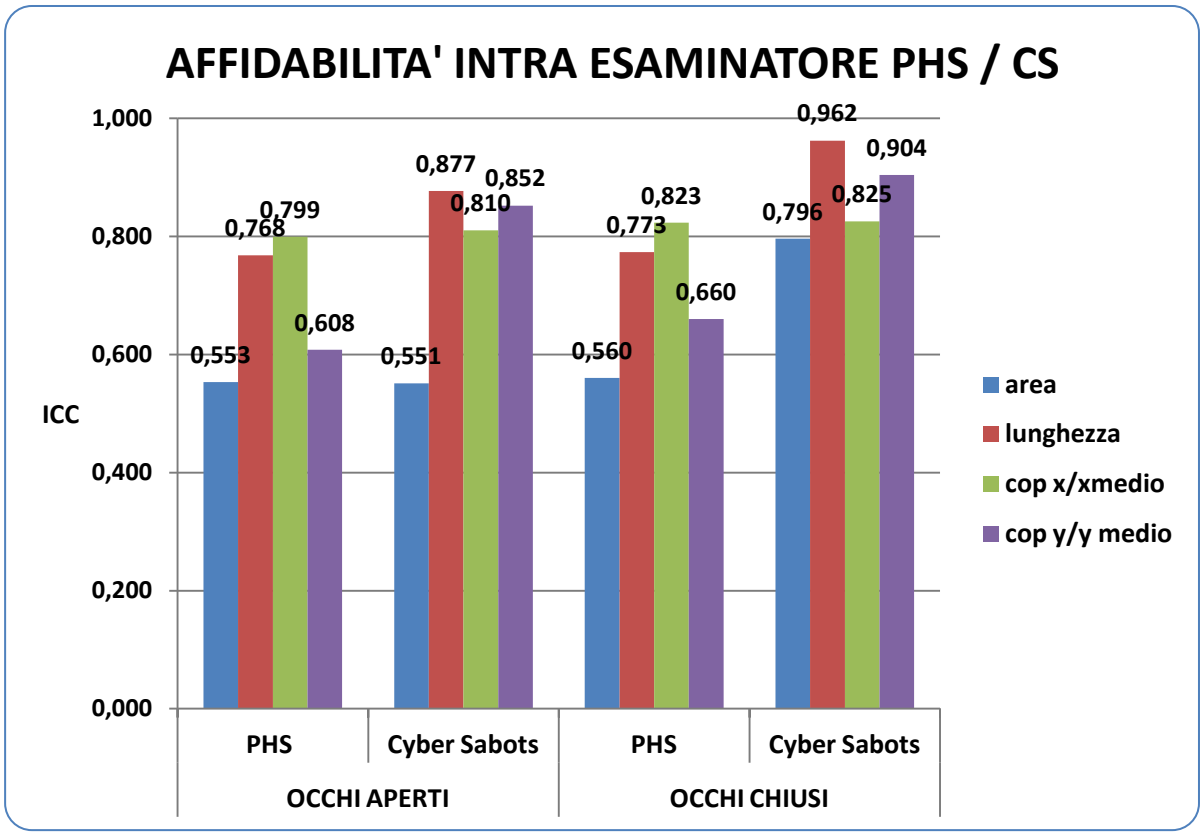
[**Tabella 14**] *Tabella riassuntiva del confronto dei i parametri Area, Lunghezza, CoP x e CoP y della valutazione in modalità "occhi aperti" tra la pedana Cyber Sabots e Postural Health Station considerando il Coefficiente di Correlazione Intraclasse (ICC) calcolato al 95% di IC.*

AFFIDABILITA' INTRA ESAMINATORE OCCHI CHIUSI: PHS vs CS	**PHS**	**Cyber Sabots**
	ICC	ICC
Area	0,560	0,796
Lunghezza	0,773	0,962
CoP x / x medio	0,823	0,825
CoP y / y medio	0,660	0,904

[**Tabella 15**] *Tabella riassuntiva del confronto dei i parametri Area, Lunghezza, CoP x e CoP y della valutazione in modalità "occhi chiusi" tra la pedana Cyber Sabots e Postural Health Station considerando il Coefficiente di Correlazione Intraclasse (ICC) calcolato al 95% di IC.*

Dal confronto emerge che non solo la pedana Cyber Sabots può essere considerata affidabile come la Postural Health Station, ma generalmente dimostra avere risultati superiori.

[**Grafico 5**]



[**Grafico 5**] *Confronto tra i risultati di affidabilità intra esaminatore per i parametri: area, lunghezza, CoP x / x medio, CoP y / y medio della pedana Postural Health Station con quelli della pedana Cyber Sabots.*

- LIMITI

Lo studio durante la sua realizzazione e durante l'analisi dei dati ha presentato dei limiti che possono essere riconducibili a:

- ✓ L'esiguità numerica del campione: un campione più ampio avrebbe potuto dare una misura più precisa dell'affidabilità dei parametri calcolati;
- ✓ La mancanza di cieco tra l'esaminatore e lo statistico: potrebbe essere considerato come un bias in quanto uno dei due esaminatori dello studio ha eseguito anche l'analisi statistica dei dati;
- ✓ La possibilità di avere reclutato soggetti non "sani" secondo i criteri di inclusione prefissati: il reclutamento dei soggetti e la verifica dell'aderenza ai criteri di inclusione è avvenuta previo intervista diretta dei soggetti stessi e la somministrazione del questionario generico non validato sullo stato di salute e del questionario SF-36. Non è stata effettuata nessuna visita di controllo medico per certificare quanto rilevato dai questionari o dall'intervista ai soggetti;
- ✓ La possibilità di aver valutato i soggetti in condizioni di "non normalità" rispetto il loro standard: attraverso la somministrazione delle "domande di routine" si è cercato di evitare questo problema, tuttavia è ragionevole pensare che i soggetti possano aver mentito circa le loro condizioni psico-fisiche per evitare di ripetere l'acquisizione;
- ✓ La possibilità di aver valutato il soggetto a occhi aperti durante la modalità di acquisizione a "occhi chiusi": il valutatore era collocato posteriormente al soggetto per non influire con la concentrazione dello stesso durante il test ma, così facendo non ha avuto l'opportunità di controllare se il soggetto rispettava il comando.
- ✓ La poca disponibilità e la ridondanza degli studi presenti in letteratura che vedono protagonista la pedana Cyber Sabots: una risorsa maggiore avrebbe permesso un'indagine più accurata e, la disponibilità di dati ad esempio circa la validità dello strumento, sarebbe stata utile per fare ulteriori supposizioni circa il funzionamento e l'utilità effettiva dei parametri verificati nella clinica;
- ✓ Un setting altamente standardizzato e dei rigorosi metodi di valutazione: può essere considerato un punto di forza, in quanto ha permesso di valutare effettivamente il funzionamento della macchina e non la variabilità del soggetto a seconda delle

caratteristiche del setting o della modalità di somministrazione del test ma, può essere considerato anche un limite per il confronto tra i professionisti nella pratica clinica, se non dovessero utilizzare gli stessi rigori metodologici nella valutazione.

Si riconoscono comunque anche i seguenti punti di forza:

- ✓ Il cieco dei pazienti circa i risultati dell'acquisizione per evitare il condizionamento della performance successiva;
- ✓ L'assistenza tecnica fornita dall'azienda che si occupa della distribuzione italiana della pedana, della quale abbiamo potuto usufruire al bisogno per permettere un corretto funzionamento dello strumento senza che vi fossero eventuali interruzioni dello studio scientifico dovute al mal funzionamento del software;
- ✓ L'opportunità di aver partecipato direttamente al Congresso Internazionale di Posturologia tenutosi a Venezia il 26 aprile 2013 che ha permesso di raccogliere informazioni e ha aiutato alla comprensione di alcuni concetti base.

▪ PROPOSTE PER IL FUTURO

La realizzazione di questo studio scientifico ha permesso di verificare l'affidabilità della pedana stabilometrica Cyber Sabots, mettendo in luce quindi uno degli aspetti considerati fondamentali per determinare le proprietà psicometriche di uno strumento di valutazione. Per mancanza di risorse dovute soprattutto al tempo a disposizione non è stato possibile verificare anche la validità della piattaforma stabilometrica e determinare quindi, quali parametri siano realmente utili in clinica per dare una misura del controllo posturale. Le variabili che hanno dimostrano un Coefficiente di Cronbach superiore allo 0.90 potrebbero essere utilizzati in implicazioni future per formulare nuove proposte per la clinica. I parametri aventi $\alpha > 0.60$ invece, potrebbero essere considerati in ambito sperimentale al fine di verificare la loro utilità dal punto di vista diagnostico o di trattamento, eventualmente utilizzando protocolli più pragmatici.

CONCLUSIONI

Dai risultati dello studio si evince che sia per le valutazioni in modalità "occhi aperti" sia per quelle in modalità "occhi chiusi", i parametri inerenti il calcolo *percentuale del peso del piede destro e del piede sinistro, l'area, la lunghezza, la lunghezza nelle sue componenti x e y, x medio, y medio, LFS* e *VarVit* possono essere generalmente considerati affidabili sia nelle valutazioni intra esaminatore che in quelle inter esaminatore. Parametri invece come: *Pendio; Ano2x, Ano2y; QRMG* e *QRMGVV* risultano poco o per nulla ripetibili sia confrontando valutazioni dello stesso operatore, sia confrontando quelle di operatori diversi. *IVV* e *Area* sono le variabili risultate più affidabili nella modalità "occhi chiusi" rispetto alla modalità "occhi aperti". I parametri invece che possono essere considerati affidabili per un utilizzo in clinica sono: *x medio, y medio, area, lunghezza, lunghezza x, lunghezza y, LFS, VarVit e il peso dei piedi destro e sinistro nelle sue componenti avampiede e retropiede*.

Nonostante si trattasse di un setting altamente standardizzato (non necessariamente riproducibile nelle applicazioni pratiche) e di un piccolo campione di soggetti sani, si può affermare che Cyber Sabots può essere considerata uno strumento affidabile nella maggior parte dei suoi parametri. Obiettivo futuro dello studio può essere quello di verificare la validità della pedana nel processo decisionale clinico e, in particolare, quali tra i parametri risultati affidabili siano realmente significativi per la valutazione clinica del controllo posturale. Nello specifico: area*, lunghezza, lunghezza x, lunghezza y, LFS, VarVit e i pesi parziali del piede destro e sinistro* potranno essere utili per nuove proposte in ambito clinico mentre, tutti gli altri parametri risultati affidabili potranno essere utili per nuove ricerche in ambito diagnostico o di trattamento magari avvalendosi di un protocollo più pragmatico.

BIBLIOGRAFIA

1. Enciclopedia Treccani, *http://www.treccani.it/enciclopedia/postura_(Dizionario-di-Medicina)/* , data ultimo accesso: 25/09/2013.
2. Vocabolario Mesh (Pubmed*), http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/?term=posture*, data ultimo accesso: 28/09/2013
3. Vocabolario Mesh (Pubmed), *http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/?term=postural+balance*, data ultimo accesso: 5/10/2013.
4. Enciclopedia Treccani, *http://www.treccani.it/enciclopedia/postura/*, data ultimo accesso: 25/09/2013.
5. Scoppa F. *Posturologia: il modello neurofisiologico, il modello biomeccanico, il modello psicosomatico*. 2002. Otoneurologia 2000. 9:3-13.
6. Scoppa F. *Posturologia: dalla dinamica non linerare alla transdisciplinari età*. 2003. Otoneurologia 2000. 15:28-47.
7. Gori L, Fiorenzuoli F. *La posturologia: problematiche metodologiche ed evidenze scientifiche*. 2005. Recenti progressi in medicina. 96; 2:89-91.
8. Visscher CM, De Boer W, Lobbezoo F. *Is there a releationship between head posture and craniomandibular pain?* 2002. J. Oral Rehabilitation. 29:1030-6.
9. Widhe T.Spine. *Posture, mobility and pain. A longitudinal study from childhood to adolescence*. 2001. Eurspine. 10:118-23.
10. Visser JE, Carpenter MC, Van Der Kooij H, Bloem BR. *The clinical utility of posturography*. 2008. Clinical Neurofisiology. 119:2424-36.
11. Baratto L, Morasso P, C. Re. And G. Spada. *A new look of posturographic analysis in the clinical context: sway density vs. other parametrization techniques*. 2002. Motor Control. 6:246-70.
12. Aprile I, Padua L, Iosa M, Gilardi A, Bordieri C, Frusciante R, Russo G, Erra C. *Balance and walking in fascioscapulohumeral muscolar dystrophy: a multiperspective assessment.* 2012. Eur J Phys Rehab Med. 48:393-402.
13. Jansen EC, Larsen RE, Olesen MB. *Quantitative Romberg's Test, measurement and computer calculations of postural stability*. 1982. Acta Neurol Scand 66:93-9.

14. Era P, Schroll M, Ytting H, et al. *Postural balance and its sensory-motor correlates in 75-old men and women: crossnational comparative study*. 1996. J Gereontol Med Sci. 51A:M53-63.
15. Seimetz C, Tan D, Katayama R, Lockhart T. *A comparison between methods of measuring postural stability: force plates versus accelerometers*. 2012. Biomed Sci Instrum. 48:386-392.
16. Nasher L. *Computerized dynamic posturography* IN G. Jacobson, C. Newman and J. Kartush. Handbook of balance function and testing. Mosby Year Book. (Eds.) 1993. St. Louis. 280-307.
17. Benedetti MG, Ferrarin M, Manca M, Cutti AG. *Documento preparatorio alla conferenza nazionale di consenso - Appropriatezza clinica e metodologica dell'analisi strumentale del cammino ("gait analysis") con particolare riferimento alle applicazioni in Medicina Riabilitativa*. Versione predefinitiva in bozza riservata: Gustavo Zanoli, comunicazione personale.
18. Pinsault N, Vuillerme N, *Test-retest reliability of centre of foot pressure measures to assess postural control during unperturbed stance*. 2009. Med Eng Phys. 31(2): 276-86.
19. Ruhe A, Fejer R, Walker B. *The test-retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions: a systematic review of the literature*. 2010. Gait Posture. 32(4): 436-45.
20. Furman JM. *Posturography: uses and limitations*. 1994. Baillieres Clin Neurol. 3(3):501-213.
21. Di Fabio RP, *Meta-analysis of the sensitivity and specificity of platform posturography*. 1996. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 122(2):150-6.
22. Kingma H, Gauchard GC, de Waele C, van Nechel C, Bisdorff A, Yelnik A, Magnusson M, Perrin PP. *Stocktaking on the development of posturography for clinical use*. 2011. J Vestib Res. 21(3):117-25.
23. Mattacola CG, Lebsack DA, Perrin DH. *Intertester reliability of assessing postural sway using the Chattecx Balance System*. 1995. Journal of Athletic Training, 30(3):237-41.
24. Association Français de Posturologie. *APF – Normes 85*. 1985. 4 avenue de Corbéra 75012 France.

25. Bizzo G, Guillet N, Patat A, Gagey PM. *Specifications for building a vertical force platform designed for clinical stabilometry*. 1985. Med. Biol. Eng. Comput. 23:474-6.
26. Hugon M. *Du centre de pression au centre de gravité en stabilographie statique IN Posture et equilibre: entrééès sensorielles, méthodes d'exploration et applications*. 1999, Ed. M. Lacour P.: 89-106.
27. Gagey PM, Bizzo G, Dimidjan J, Martinerie J, Ouaknine M, Rougier P. The dance of centre of pressure and its measure. *http://ada-posturologie.fr/DanseCP-a.htm.* Data di ultimo accesso: 7/11/2013.
28. Winter DA. *A B C of balance during standing and walking*. 1995. University of Waterloo. Waterloo – Canada.
29. Winter DA, Prince F, France JMS et al. *Unified theory regarding A/P and M/L balance in quite stance*. 1996. J Neurophysiol 75:2334-43.
30. Ouaknine M, Bourgeois P. *Analyse de quelques asimetris de la posture à l'aide de sabots de posture dynamométriques*. IN API/B Weber, Villeneuve P. Masson (eds). Pied Equilibre et traitements posturaux: 189-200.
31. Ouaknine M. *Les sabots et les sabots dynamométriques: la conception du statodynamique*. 2009 Résonances Européenne du Rachis 16(50):2117-28.
32. Rossato M, Bourgeois P, Ouaknine M. *Stabilometry standard guidelines 2011-2013 during Clinical Practice*. 2013, Marrapese Editore: 34-41.
33. Rossato M, Bourgeois P, Ouaknine M. *Stabilometry standard guidelines 2011-2013 during Clinical Practice*. 2013, Marrapese Editore: 45-48.
34. Rossato M, Bourgeois P, Ouaknine M. *Stabilometry standard guidelines 2011-2013 during Clinical Practice*. 2013, Marrapese Editore: 50-52.
35. Sprintit: *http://www.sprintit.net/pedana-stabilometrica-cyber-sabots/* data ultimo accesso: 18/10/2013.
36. Apolone G, Mosconi P, Ware J.E.Jr. *Questionario sullo stato di salute SF-36. Manuale d'uso e guida all'interpretazione dei risultati*. 1997. Ed. Guerini e associati. 9:99-100
37. Apolone G, Mosconi P, Ware J.E.Jr. *Questionario sullo stato di salute SF-36. Manuale d'uso e guida all'interpretazione dei risultati*. 1997. Ed. Guerini e associati. 8:84-86.
38. Apolone G, Mosconi P, Ware J.E.Jr. *Questionario sullo stato di salute SF-36. Manuale d'uso e guida all'interpretazione dei risultati*. 1997. Ed. Guerini e associati. 5:55-56.

39. Rosner B. Fundamentals of biostatistics. Belmont, CA. Duxbury Press, 2005 Cit. in: Sampat MP, Whitman GJ, Stephens TW, Broemeling LD, Heger NA, Bovik AC, Markey MK. *The reliability of measuring physical characteristics of spiculated masses on mammography*. Br J Radiol. 2006 Dec;79 Spec No 2:S134-40
40. Bland JM, Altman DG. *Statistics notes: Cronbach's alpha*. (1997) British Medical Journal 314:572
41. Questionario sullo stato di Salute SF-36 *http://crc.marionegri.it/sf36/sf36v1ita.htm*. Data ultimo accesso: 30/10/2013.
42. Gagey PM, Toupet M. *"Amplitude of postural sway in the Hertz frequency band"* IN http://ada-posturologie.fr/AN02-a.htm. Data ultimo accesso: 30/10/2013.
43. Baldini A, Nota A, Assi V, Ballanti F, Cozza P. *Intersession reliability of a posturo stabilometric test, using a force platform.* 2013 Aug 15. J Electromyogr Kinesiol.

ALLEGATI

- QUESTIONARIO GENERICO NON VALIDATO SULLO STATO DI SALUTE

Questionario Autosomministrato

Per i Soggetti dello studio sull'Affidabilità della Pedana Stabilometrica Cyber Sabots

Data ___/____/____

Cognome e Nome _____

Luogo e data di nascita _____ ____/____/_____

Residenza _____

Sesso [M] [F] Peso _____ Altezza_____

Professione: _____

ORARIO ACQUISIZIONE TEST STABILOMETRICO: _____

ESAMINATORE: _____

- **DISTURBI MUSCOLO-SCHELETRICI / NEUROLOGICI**

Disturbo muscolo scheletrico / neurologico	**Lei ha questo disturbo?**	**Questo tipo di problema è causato da un trauma avvenuto negli ultimi 12 mesi?**	**E' attualmente in cura per il problema segnalato?**	**Ha effettuato infiltrazioni endoarticolari/interventi chirurgici negli ultimi 30 giorni per il problema segnalato?**
1) Collo	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
2) Spalla	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
3) Gomito	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
4) Polso / Mano	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
5) Rachide Dorsale (zona alta della schiena)	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
6) Rachide Lombare (zona bassa della schiena)	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
7) irradiazione alle gambe	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
8) Anca	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
9) Ginocchio	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
10) Caviglia / piede	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
11) Problemi neurologici e sensitivi (sensibilità)				
12) Problemi sensoriali (vista, tatto, udito, gusto, olfatto)				

- **COMORBILITA' E SINTOMI CORRELATI**

COMORBILITA':	Lei ha questo tipo di problema?	E' in trattamento per questo problema?	Questo problema è peggiorato negli ultimi 12 mesi?
1) Cardiopatie (problemi al cuore)	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
2) Ipertensione	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
3) Problemi respiratori o ai polmoni	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
4) Diabete	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
5) Ulcere o problemi allo stomaco	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
6) Problemi al rene	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
7) Problemi al fegato	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
8) Anemie o malattie del sangue	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
9) Cancro	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
10) Depressione	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
11) Artrosi	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
12) Mal di schiena	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
13) Artrite Reumatoide	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]
14) Altro problema medico (specificare:_____ _____)	[SI] [NO]	[SI] [NO]	[SI] [NO]

ALTRI SINTOMI CORRELATI:	Il problema c'è stato nell'ultima settimana?	Il problema è presente oggi?
16) Mal di testa	[SI] [NO]	[SI] [NO]
17) Disturbi agli occhi	[SI] [NO]	[SI] [NO]
18) Problemi circolatori agli arti inferiori	[SI] [NO]	[SI] [NO]
19) Sintomatologia dolorosa all'apparato stomatognatico	[SI] [NO]	[SI] [NO]

20) Fa attività fisica sportiva:

☐ una volta al mese

☐ una volta alla settimana

☐ più volte alla settimana

☐ quasi tutti i giorni

☐ tutti i giorni

21) Le sue mansioni lavorative richiedono anche sforzi / attività fisica?

[SI] [NO]

22) Svolge attività fisica extralavorativa non sportiva?

☐ No

☐ SI , leggera

☐ SI , pesante

23) Come si sente generalmente oggi?

_____

0 **10**

Tracci una linea su questa scala che rappresenti indicativamente la sua condizione generale di oggi, tenendo presente che:

0 = malissimo

10 = benissimo

- QUESTIONARIO GENERICO SULLO STATO DI SALUTE SF-36

Questionario per il paziente (SF-36) 1/2

Versione italiana ufficiale, di Apolone et al. 1997 (progetto IQOLA), dall'originale inglese di Ware and Sherbourne, 1992

ISTRUZIONI: Questo questionario intende valutare cosa Lei pensa della Sua salute. Le informazioni raccolte permetteranno di essere sempre aggiornati su come si sente e su come riesce a svolgere le Sue attività consuete. Risponda a ciascuna domanda del questionario indicando la Sua risposta come mostrato di volta in volta. Se non si sente certo della risposta, effettui la scelta che comunque Le sembra migliore.

(Indichi un numero)

	Eccellente	Molto buona	Buona	Passabile	Scadente
1. In generale direbbe che la Sua salute è....	1	2	3	4	5

(Indichi un numero)

	Decisamente migliore adesso rispetto a un anno fa	Un po' migliore adesso rispetto a un anno fa	Più o meno uguale rispetto a un anno fa	Un po' peggiore adesso rispetto a un anno fa	Decisamente peggiore adesso rispetto a un anno fa
2. Rispetto a un anno fa, come giudicherebbe, ora, la Sua salute in generale?	1	2	3	4	5

Le seguenti domande riguardano alcune attività che potrebbe svolgere nel corso di una qualsiasi giornata. La Sua salute La limita attualmente nello svolgimento di queste attività?

(Indichi per ogni domanda il numero 1,2, o 3)

	Sì, mi limita parecchio	Sì, mi limita parzialmente	No, non mi limita per nulla
3. **Attività fisicamente impegnative**, come correre, sollevare oggetti pesanti, praticare sport faticosi	1	2	3
4. **Attività di moderato impegno fisico**, come spostare un tavolo, usare l'aspirapolvere, giocare a bocce o fare un giretto in bicicletta	1	2	3
5. Sollevare o portare le borse della spesa	1	2	3
6. Salire **qualche** piano di scale	1	2	3
7. Salire **un** piano di scale	1	2	3
8. Piegarsi, inginocchiarsi o chinarsi	1	2	3
9. Camminare **per un chilometro**	1	2	3
10. Camminare **per qualche centinaia di metri**	1	2	3
11. Camminare **per circa cento metri**	1	2	3
12. Fare il bagno o vestirsi da soli	1	2	3

Nelle ultime quattro settimane, ha riscontrato i seguenti problemi sul lavoro o nelle altre attività quotidiane, a causa della Sua salute fisica?
Risponda Sì o No a ciascuna domanda. (Indichi per ogni domanda il numero 1 o 2)

	Sì	No
13. Ha ridotto il **tempo** dedicato al lavoro o ad altre attività	1	2
14. Ha reso meno di quanto avrebbe voluto	1	2
15. Ha dovuto limitare alcuni **tipi** di lavoro o di altre attività	1	2
16. Ha avuto **difficoltà** nell'eseguire il lavoro o altre attività (ad esempio, ha fatto più fatica)	1	2

Nelle ultime quattro settimane, ha riscontrato i seguenti problemi sul lavoro o nelle altre attività quotidiane, a causa del Suo stato emotivo (quale il sentirsi depresso o ansioso)?
Risponda **Sì** o **No** a ciascuna domanda. (Indichi per ogni domanda il numero 1 o 2)

	Sì	No
17. Ha ridotto il **tempo** dedicato al lavoro o ad altre attività	1	2
18. Ha reso meno di quanto avrebbe voluto	1	2
19. Ha avuto un calo di concentrazione sul lavoro o in altre attività	1	2

Questionario per il paziente (SF-36) 2/3

Versione italiana ufficiale, di Apolone et al. 1997 (progetto IQOLA), dall'originale inglese di Ware and Sherbourne, 1992

(Indichi un numero)

	Per nulla	Legger-mente	Un po'	Molto	Moltissimo
20. Nelle ultime quattro settimane, in che misura la Sua salute fisica o il Suo stato emotivo hanno interferito con le normali attività sociali con la famiglia, gli amici, i vicini di casa i gruppi di cui fa parte?	1	2	3	4	5

(Indichi un numero)

	Nessuno	Molto lieve	Lieve	Moderato	Forte	Molto forte
21. Quanto dolore fisico ha provato nelle ultime quattro settimane?	1	2	3	4	5	6

(Indichi un numero)

	Per nulla	Molto poco	Un po'	Molto	Moltissimo
22. Nelle ultime quattro settimane, in che misura il dolore L'ha ostacolata nel lavoro che svolge abitualmente (sia in casa sia fuori)	1	2	3	4	5

Le seguenti domande si riferiscono a come si è sentito nelle ultime quattro settimane. Risponda a ciascuna domanda scegliendo la risposta che più si avvicina al Suo caso.
Per quanto tempo nelle ultime quattro settimane si è sentito... (Indichi un numero per ogni domanda)

	Sempre	Quasi sempre	Molto tempo	Una parte del tempo	Quasi mai	Mai
23. Vivace e brillante?	1	2	3	4	5	6
24. Molto agitato?	1	2	3	4	5	6
25. Così giù di morale che niente avrebbe potuto tirarla su?	1	2	3	4	5	6
26. Calmo e sereno?	1	2	3	4	5	6
27. Pieno di energia?	1	2	3	4	5	6
28. Scoraggiato e triste?	1	2	3	4	5	6
29. Sfinito?	1	2	3	4	5	6
30. Felice?	1	2	3	4	5	6
31. Stanco?	1	2	3	4	5	6

(Indichi un numero)

	Sempre	Quasi sempre	Una parte del tempo	Quasi mai	Mai
32. Nelle ultime quattro settimane, per quanto tempo la Sua salute fisica o il Suo stato emotivo hanno interferito nelle Sue attività sociali, in famiglia, con gli amici?	1	2	3	4	5

Scelga la risposta che meglio descrive quanto siano **VERE** o **FALSE** le seguenti affermazioni.
(Indichi un numero per ogni affermazione)

	Certamente vero	In gran parte vero	Non so	In gran parte falso	Certamente falso
33. Mi pare di ammalarmi un po' più facilmente degli altri	1	2	3	4	5
34. La mia salute è come quella degli altri	1	2	3	4	5
35. Mi aspetto che la mia salute andrà peggiorando	1	2	3	4	5
36. Godo di ottima salute	1	2	3	4	5

- DOMANDE DI ROUTINE

1. Ha fatto attività lavorativa o extra lavorative supplementari rispetto all'ultima volta? **(NO)**

2. Ha passato bene la notte? **(SI)**

3. La giornata trascorsa fino ad ora, è simile per stanchezza fisica e mentale a quella degli altri giorni? **(SI)**

4. Ha qualcosa da segnalare di diverso rispetto gli altri giorni? **(NO)**

NB: *Queste domande verranno somministrate oralmente dall'operatore. Se il soggetto risponde come segnato tra parentesi, si può presupporre che generalmente le condizioni del soggetto siano simili a quelle della valutazione precedente quindi, si reputa l'individuo idoneo per la nuova valutazione.*

RINGRAZIAMENTI

Il primo ringraziamento è rivolto al dott. Gustavo Alberto Zanoli che ci ha seguito nella realizzazione della tesi e si è sempre dimostrato disponibile per chiarimenti conciliando i suoi molti impegni.

Un altro ringraziamento importante è rivolto a Daniele e Fabio, che oltre ad avermi dato la possibilità di fare una bella esperienza di tirocinio e realizzare questa tesi, mi hanno accolto nel loro studio come una collega, riponendo molta fiducia in me.

Un grazie speciale anche alle coordinatrici del corso di laurea di Fisioterapia, in particolar modo a Michela e Maria Pia, che hanno saputo guidarci e farci crescere per offrirci il più preparati possibile al mondo del lavoro.

Il ringraziamento principale è rivolto alle mie fondamenta, la famiglia, perchè senza di loro non avrei potuto perseguire i miei sogni. Grazie mamma, papà e Alice perché mi avete spronata, incoraggiata e perché se oggi posso ritenermi di essere una bella persona, lo devo innanzitutto a voi.

Grazie alle mie micette, in particolar modo a Moretta, che hai sopportato le distanze per 3 anni ma quando tornavo a casa in fondo in fondo tra di noi non era cambiato niente.

Grazie ai miei compagni di viaggio, con i quali ho condiviso i 3 anni più belli della mia vita: i momenti duri insieme a voi sono parsi quasi una passeggiata. E' per merito di amici come voi che una persona può sentirsi fiera di aver trovato una vera amicizia. Grazie quindi ai miei coniglietti: Papi, Michèle, Sbis, Pianini, Giulia Vergnani e Franz.

Un ringraziamento speciale alle mie due sorelline acquisite, Elisa e Anna che hanno saputo supportarmi e sopportarmi per tutto questo tempo. Nessuno sa trasformare come noi le ore studio in sit com.

Grazie a tutte le coinquiline con le quali ho convissuto, i momenti condivisi con voi sono stati bellissimi.

Grazie alle mie amiche di sempre, che hanno sempre saputo esserci e farmi svagare quando sfioravo l'esaurimento nervoso.

Grazie a tutte le persone che ho avuto modo di incontrare e conoscere tra i vari ospedali. Le vostre esperienze, sia dal lato lavorativo ma soprattutto umano, saranno la mia pietra miliare per scindere ciò che è giusto da ciò che è sbagliato fare in futuro.

Grazie a Mauro “il fotocopiaro”, sempre disponibile per stampe last minute a orari improponibili.

Grazie anche al Pakistano e la sua botteghetta di alimentari sotto casa, sei stato la salvezza per tutte quelle volte che era tardi per cenare e il frigo era pure vuoto.

Grazie all’ 8/09/2010, il giorno che ha dato inizio a tutto questo.

Grazie infine a me stessa, perché anche se non ci credevo ce l’ho fatta anch’io!