

Matricola: **0000805139**

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

SCUOLA DI MEDICINA E CHIRURGIA

Corso di Laurea in FISIOTERAPIA

**METODICHE DI VALUTAZIONE DELLA CORE
STABILITY NEL PAZIENTE CON ANAMNESI DI
ICTUS: *SCOPING REVIEW***

Tesi di Laurea in Medicina Riabilitativa in Neurologia

Presentata da:

Sara Peretti

Relatore:

Chiar.mo Prof.
Maria Vittoria Filippi

Sessione I

Anno Accademico: 2019/2020

ABSTRACT

INTRODUZIONE: La Core Stability rappresenta ad oggi un argomento di elevato interesse nell'ambiente fisioterapico con lacune marcate a livello di metodiche di valutazione oggettivamente accettate, in particolare per quanto concerne il settore neurologico. Essa rappresenta un elemento di fondamentale importanza nell'ambito riabilitativo poiché una sua compromissione, che può subentrare dopo ictus, determina una riduzione di equilibrio, abilità deambulatoria e capacità funzionali di svolgimento delle ADL.

OBIETTIVO: L'obiettivo della presente revisione d'ambito è di riportare le evidenze relative alle principali strategie di valutazione della Core Stability ad oggi reperibili in letteratura per comprendere quali possano trovare applicazione su pazienti con anamnesi patologica di ictus cerebrale.

METODI: La ricerca, terminata in data 24 aprile 2020, è stata effettuata nelle principali banche dati (PubMed, PEDro, Cochrane Library) con l'intento di essere molto sensibile. La selezione è avvenuta secondo specifici criteri di inclusione/esclusione, considerando sia studi primari che secondari.

RISULTATI: Sono stati selezionati in totale 42 articoli di interesse che hanno permesso di evidenziare le seguenti metodiche di valutazione: esame fisico, test clinici, EMGs e US, utilizzo di strumentazione specifica e scale cliniche.

CONCLUSIONE: Allo stato attuale le informazioni reperibili in letteratura non permettono di definire un protocollo oggettivo di valutazione della Core Stability nel paziente con storia clinica di ictus, ma si rendono necessari futuri studi su adeguati campioni per comprendere quali metodiche siano effettivamente valide ed affidabili in questo contesto specifico.

PAROLE CHIAVE: *core stability, ictus, valutazione, test clinici, EMGs, US.*

INDICE

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUZIONE..... | 6 |
| 2. MATERIALI E METODI..... | 9 |
| 2.1 Obiettivo dello studio..... | 9 |
| 2.2 Ricerca nelle banche dati..... | 9 |
| 2.3 Criteri di inclusione ed esclusione..... | 10 |
| 3. RISULTATI..... | 11 |
| 3.1. Processo di selezione degli articoli..... | 11 |
| 3.2. Definizione di Core Stability..... | 12 |
| 3.3. Definizione di zona neutra e instabilità clinica..... | 12 |
| 3.4. Componenti che garantiscono la stabilità..... | 13 |
| 3.5. Componenti muscolari della Core Stability..... | 14 |
| 3.6. Valutazione della Core Stability..... | 16 |
| <u>Esame fisico</u> | 17 |
| <u>Test clinici</u> | 17 |
| <u>Elettromiografia di superficie e ultrasonografia</u> | 26 |
| <u>Strumentazione specifica</u> | 27 |
| <u>Scale cliniche</u> | 28 |
| 4. DISCUSSIONE..... | 31 |
| 5. CONCLUSIONE..... | 39 |
| 6. BIBLIOGRAFIA..... | 41 |

| | |
|--|-----------|
| 7. ALLEGATI..... | 46 |
| 7.1. Allegato 1: Tabella sinottica per studi primari | 46 |
| 7.2. Allegato 2: Tabella sinottica per studi secondari..... | 56 |
| 7.3. Allegato 3: Trunk Impairment Scale..... | 60 |
| 7.4. Allegato 4: Trunk Control Test..... | 61 |

1. INTRODUZIONE

Il termine Core Stability rappresenta da tempo un concetto ampiamente utilizzato sia nel linguaggio sportivo che riabilitativo per indicare un elemento fondamentale per l'efficacia del movimento. Con il procedere degli anni l'argomento ha acquistato importanza sempre crescente, allargando i suoi ambiti di interesse. Attualmente è per lo più studiato in relazione a Low Back Pain (LBP) e sport^{1, 2}, mentre permangono ancora numerosi dubbi nella comunità scientifica per quanto riguarda l'ambito neurologico. L'esponentiale crescita di interesse nei confronti di questo tema rende sempre più necessario conoscere metodi di valutazione della stabilità prossimale tali da permettere la scelta del trattamento più adeguato in relazione alla condizione del soggetto³.

A questo proposito la presente revisione della letteratura propone come obiettivo cardine la ricerca di "Metodiche di Valutazione della Core Stability nel paziente con anamnesi di ictus", con la volontà di riportare le principali evidenze relative all'argomento ed elencare eventuali difficoltà o carenze.

Il quesito, dunque, alla base di questo progetto è il seguente: esistono in letteratura metodi di misurazione della Core Stability (CS) che possano essere utilizzati per la valutazione del soggetto con storia clinica di evento ictale?

L'ictus, definito dalla World Health Organization nel 1989 come "deficit neurologico di causa cerebrovascolare con sintomi persistenti oltre le 24 ore o che conduce al decesso" (<https://www.who.int/>), rappresenta a livello mondiale un problema sanitario di notevole importanza, in grado di determinare disabilità marcate che possono compromettere la qualità di vita del soggetto provocando, inoltre, pesanti oneri sulla società.

Il controllo del tronco, la stabilità e la coordinazione del movimento che dipendono direttamente sia dal sistema piramidale che da quello extrapiramidale sono, infatti, spesso compromessi nei soggetti con anamnesi di ictus. La riabilitazione in questo settore mostra una sempre maggiore attenzione nei confronti della CS, i cui esercizi specifici hanno dimostrato un miglioramento di equilibrio, autonomia, flessibilità e stabilità⁴.

La CS rappresenta un elemento fondamentale, infatti, per il mantenimento della postura della regione lombo-pelvica e per ottenere conseguentemente il movimento funzionale delle estremità. Essa deve essere valutata ed eventualmente trattata qualora manifesti delle alterazioni, ad esempio consecutive ad una patologia di carattere neurologico, poiché il

controllo del tronco è un requisito fondamentale per l'esecuzione della maggior parte delle attività^{5, 6, 7}.

Nello specifico in una condizione di efficienza il tronco assicura la stabilità prossimale e al contempo contribuisce alla mobilità distale per garantire la performance posturale e lo svolgimento ottimale dei compiti motori^{8, 9}.

In particolare, nel paziente con esiti di ictus si possono registrare delle anomalie a livello di controllo motorio tali da determinare la riduzione della stabilità e dell'equilibrio con un aumento del rischio di cadute e una maggiore limitazione nella mobilità^{3, 10, 11}.

Le modifiche che si possono registrare sono le seguenti: debolezza muscolare con anomalie del tono, atipica attivazione dei pattern motori, alterazioni a livello di propriocezione, riduzione della performance del tronco, asimmetrie corporee e deficit nel trasferimento del peso con conseguenze dirette sulla funzionalità del movimento e sull'equilibrio^{1, 2, 5, 12, 13}.

È stato dimostrato che esercizi rivolti alla CS e al controllo del tronco producono in fase cronica post-ictus cambiamenti positivi a livello di equilibrio, sicurezza, funzionalità fisica complessiva e partecipazione sociale⁹.

Inoltre, è importante sottolineare che conseguentemente ad evento ictale risulta compromessa l'attività dei motoneuroni superiori ed è possibile registrare una riduzione della funzionalità cardio-respiratoria: a questo proposito è stato dimostrato che la funzione polmonare può essere migliorata (in termini di FEV1: volume espirato in modo forzato in 1 secondo e FVC: capacità vitale forzata) sia sfruttando le tradizionali metodiche di espansione polmonare che utilizzando esercizi di stabilizzazione della Core¹⁴.

Nel corso del tempo sono stati proposti numerosi metodi di valutazione della performance del tronco dopo ictus, poiché essa è ritenuta un importante fattore predittivo del recupero funzionale¹⁵. Con la presente revisione si vogliono portare alla luce le metodiche di misurazione dirette alla CS reperibili in letteratura per comprendere quali siano applicabili a questa tipologia di pazienti. La necessità di riconoscere strategie di valutazione oggettive è marcata, in particolare l'individuazione di test clinici che richiedano poco equipaggiamento, siano economici e veloci da somministrare¹⁶.

Da un punto di vista di interesse personale ho scelto questo argomento poiché la CS si trova al centro delle discussioni attuali ma sono ancora numerosi gli interrogativi che sussistono nei suoi confronti. Inoltre, nel corso delle mie esperienze di tirocinio, ho avuto l'opportunità di osservare casi clinici diversi per i quali il miglioramento della CS spesso rappresentava uno

degli obiettivi cardine del trattamento fisioterapico e ho notato la disparità degli approcci riabilitativi e la generale variabilità nella valutazione.

Un'altra ragione che mi ha portata a questa scelta è che ritengo fondamentale per i professionisti avere a disposizione un adeguato metodo di valutazione di questa componente del movimento per poter individuare tutti i soggetti che manifestano condizioni di instabilità e, quindi, garantire agli utenti un percorso riabilitativo individualizzato, con obiettivi chiari e specifici.

È bene anticipare che la ricerca condotta in letteratura nelle principali banche dati biomediche ha portato alla luce numerosi articoli di interesse: questo dimostra la vastità di informazioni attualmente disponibili e l'elevata curiosità della comunità scientifica verso questo tema ma, al contempo, la mancanza di "definizioni" universalmente accettate e l'assenza di strumenti di valutazione globali.

2. MATERIALI E METODI

2.1. Obiettivo dello studio

L'obiettivo del seguente elaborato è quello di riportare le principali evidenze relative alle metodiche di valutazione della CS disponibili in letteratura e attraverso una loro analisi critica ipotizzare quali potrebbero trovare corretta applicazione su soggetti con anamnesi di ictus e quali studi potrebbero essere suggeriti per integrare e superare i limiti esistenti.

2.2. Ricerca nelle banche dati

La ricerca è stata effettuata nelle seguenti banche dati con l'obiettivo di essere molto sensibile, così da individuare tutto il materiale confacente all'argomento:

- PubMed (ultima ricerca: 24 aprile 2020)
- PEDro (ultima ricerca: 24 aprile 2020)
- Cochrane Library (ultima ricerca: 20 aprile 2020)

Nel database PubMed sono state utilizzate, senza l'applicazione di filtri, le seguenti parole chiave: “*core stability*”, “*measuring*”, “*neurological patients*” e “*stroke*” combinate con opportuni operatori booleani.

Le stringhe di ricerca realizzate su Pubmed sono state, dunque, le seguenti:

- *core[All Fields] AND stability[All Fields]* che ha portato alla luce un totale di 15153 records in un arco temporale compreso tra 1972 e 2020;
- *core[All Fields] AND stability[All Fields] AND measuring[All Fields]*(151 records);
- *core[All Fields] AND stability[All Fields] AND neurological[All Fields] AND ("patients"[MeSH Terms] OR "patients"[All Fields])*(21 records);
- *(core[All Fields] AND stability[All Fields]) AND ("stroke"[MeSH Terms] OR "stroke"[All Fields])* (77 records).

Nella banca dati PEDro sono state adoperate queste stringhe di ricerca: “*core stability*”, “*core stability measuring*”, “*core stability, neurological patients*” e “*core stability, stroke*”. Esse hanno prodotto rispettivamente i seguenti risultati: 109, 1, 1 e 7 records.

Infine, nell'archivio Cochrane Library sono state utilizzate le medesime parole chiave che hanno mostrato rispettivamente i seguenti risultati:

- “*core stability*”: 747 Trials e 2 Revisioni sistematiche Cochrane;
- “*core stability measuring*”: 417 Trials e 2 Revisioni sistematiche Cochrane;
- “*core stability AND neurological patients*”: 27 Trials;
- “*core stability AND stroke*”: 51 Trials.

Oltre alla ricerca nelle banche dati, come strategia aggiuntiva, si è studiata la bibliografia degli articoli selezionati per individuare ulteriori titoli di interesse non emersi con le modalità di ricerca sopra descritte.

2.3. Criteri di inclusione ed esclusione

Sono stati inclusi tutti i records che rispettano i seguenti criteri:

- Proposta di metodiche di valutazione della CS su qualsiasi tipologia di campione;
- Indagine dell'efficacia di trattamenti della CS in campioni costituiti da candidati adulti con anamnesi di ictus cerebrale.

Non sono stati applicati filtri alla ricerca relativamente a tipo di rivista ospitante l'articolo, lingua di stesura, tipologia o data di pubblicazione dello studio, dimensione o sesso del campione.

Non sono stati considerati, invece, tutti i prodotti della letteratura che trattano la CS in ambiti di intervento diversi da quello di studio, quali: LBP, patologie neurologiche diverse da ictus/ortopediche/oncologiche/reumatologiche/vascolari/psichiatriche, stati di gravidanza o interventi riabilitativi post-partum, performance sportive e prevenzione di infortuni su atleti, riabilitazione dell'infanzia/età adolescenziale, studi indaganti l'efficacia di training di CS rispetto a interventi riabilitativi convenzionali su candidati sani e indagini volte a verificare l'efficacia del Pilates nel miglioramento della stabilità centrale.

3. RISULTATI

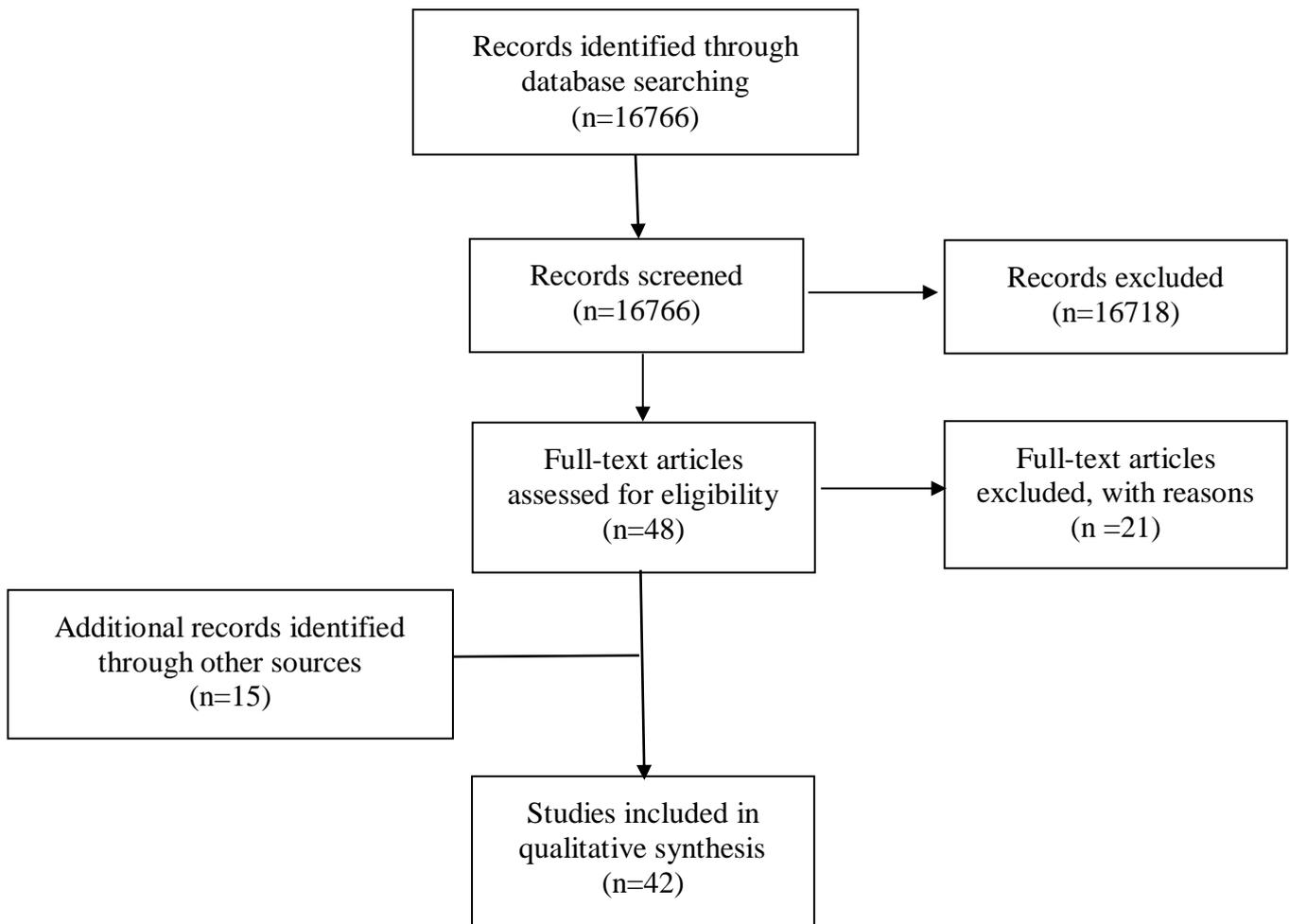
3.1. Processo di selezione degli articoli

La ricerca in letteratura ha prodotto i seguenti risultati: tramite il processo di screening, quindi mediante la sola lettura del titolo, sono stati analizzati 16766 articoli di interesse (somma che include eventuali doppioni) dai quali ne sono stati selezionati 48.

Di questi sono stati letti abstract e full text per avere un'idea più chiara dell'argomento trattato e verificarne la pertinenza al tema in oggetto di studio. Dopo tale lettura sono stati mantenuti 27 articoli; lo studio della bibliografia di questi ultimi ha portato alla luce ulteriori 15 elaborati di interesse.

Il numero totale degli articoli inclusi è, dunque, di 42 pubblicati in un arco temporale tra 1989 e 2020.

Il processo di selezione degli articoli è rappresentato mediante il diagramma di flusso che segue e gli elaborati inclusi sono sintetizzati nelle tabelle sinottiche (*Allegato 1 e Allegato 2*).



3.2. Definizione di Core Stability

In letteratura sono riportate numerose definizioni di CS, non tutte universalmente accettate dalla comunità scientifica ad espressione della complessità dell'argomento in esame.

La definizione di CS, secondo la quale essa è l'interazione funzionale tra sistema passivo della colonna, sistema attivo dei muscoli spinali e unità di controllo neurale tale da garantire il mantenimento della posizione neutra intervertebrale nei limiti fisiologici durante lo svolgimento delle attività di vita quotidiana (ADL)¹⁷, è certamente quella più diffusa e utilizzata.

Essa è descritta anche come la capacità di reagire efficacemente alle perturbazioni subite, sia di origine interna che esterna, per evitare il cedimento della colonna e garantire il ritorno all'equilibrio^{10, 18}, indispensabile per lo svolgimento delle attività di vita quotidiana e per lo sport¹⁶.

Può essere descritta anche come il corsetto muscolare costituito da addominali anteriormente, muscoli paraspinali e glutei posteriormente, diaframma superiormente e muscoli del pavimento pelvico inferiormente¹⁹, che si attiva per stabilizzare la colonna vertebrale e garantire il movimento degli arti contro gravità⁵.

In uno studio volto a creare un modello di CS universale, sfruttando l'applicazione della tecnica Delphi, il campione, costituito però da un numero ridotto di esperti, ha raggiunto l'accordo per la seguente definizione "...abilità di raggiungere e mantenere il controllo del tronco a riposo e durante movimenti precisi..."²⁰.

Essa viene descritta, ancora, come il controllo motorio dinamico del tronco e della regione lombo-pelvica²¹ che permette la produzione e la regolazione delle forze lungo la catena cinetica per la realizzazione del movimento³ ed anche come la capacità di controllare la statica mediante la muscolatura della pelvi e del tronco per creare un fulcro stabile tale da garantire il movimento degli arti e la coordinazione¹³.

3.3. Definizione di zona neutra e instabilità clinica

Al fine di stabilire un adeguato metodo di valutazione della CS e riuscire ad elaborare dei piani di trattamento adatti è risultato necessario, dapprima, tentare di definire il concetto di instabilità. Alla base di ciò si trovano la definizione di *posizione neutra*, ovvero "...la postura della colonna vertebrale in cui lo stress interno totale sulla colonna e lo sforzo muscolare per mantenerla sono minimi..." e di *zona neutra*, ossia "...la parte del range fisiologico di movimento

intervertebrale, misurato a partire dalla posizione neutra, entro il quale il movimento della colonna è prodotto da minima resistenza interna...”²².

Partendo da questi presupposti l'*instabilità* è definita come “...un decremento significativo della capacità del sistema di stabilizzazione della colonna di mantenere la zona neutra intervertebrale entro i limiti fisiologici così da evitare disfunzioni neurologiche, deformità e dolore...”²². Riuscire ad indagarla è fondamentale poiché movimenti intervertebrali eccessivamente ampi possono provocare compressione e/o tensione delle componenti nervose e comparsa di sintomatologia dolorosa¹⁷; inoltre, l'inefficienza della CS è associabile a scarso equilibrio in attività dinamiche e aumentato rischio di cadute del soggetto¹¹.

È bene sottolineare che cambiamenti a livello della colonna come riduzione della forza o della resistenza della muscolatura e insufficienza del controllo neurale, che si possono manifestare come conseguenze dell'ictus cerebrale, sono in grado di determinare tale condizione²³. In particolare, le disfunzioni legate al movimento possono originare sia conseguentemente a problemi locali (ad esempio anomalie nel reclutamento e nel controllo motorio del sistema di stabilizzazione profondo) che per anomalie globali, anche se molto spesso questi fattori si presentano contemporaneamente, determinando alterazioni a livello di equilibrio e stabilità, riducendo il movimento fisiologico e provocando la comparsa di compensi^{10,21,24}. Condizioni di inadeguato controllo neuromuscolare e deficit di propriocezione rappresentano, inoltre, un fattore di rischio per infortuni, soprattutto a carico degli arti inferiori, in quanto è compromessa la stabilità articolare e si generano pattern di movimenti anomali³.

3.4. Componenti che garantiscono la stabilità

La comunità scientifica descrive con maggiore accordo le diverse componenti che garantiscono il mantenimento della stabilità della colonna vertebrale in seguito a perturbazioni applicate su di essa, sia di origine interna che esterna.

Il modello di riferimento utilizzato è quello proposto da Panjabi M.M. nel 1992, il quale ipotizza un sistema di stabilizzazione della colonna vertebrale dato dalla coesistenza di tre sottosistemi: “...il sistema passivo muscoloscheletrico che include vertebre, faccette articolari, dischi intervertebrali, legamenti e capsule articolari, insieme alle proprietà meccaniche passive della muscolatura. Il sistema attivo muscoloscheletrico che è formato dai muscoli e dai tendini che circondano la colonna vertebrale. Il sistema neurale di feedback che è costituito dalle forze, dai traduttori di movimento, collocati nei legamenti, tendini e muscoli, e dai centri di controllo neurale. Questi sistemi [...], seppure concettualmente separati, sono funzionalmente

interdipendenti...”. In particolare, il sistema neurale riceve informazioni dal sistema sensoriale, le elabora e fa sì che vengano generate forze, a livello muscolare, adatte al raggiungimento della stabilità necessaria in una data condizione. L’autore afferma che, nonostante i sottosistemi siano in grado di compensarsi a vicenda, nel caso in cui uno di questi sia marcatamente compromesso si crea una condizione di instabilità della colonna¹⁷.

La stabilità non è, infatti, il risultato della mera produzione di forze, ma è raggiunta tramite l’attivazione coordinata di molteplici unità muscolari, i cui pattern di reclutamento sono regolati dal sistema di controllo neurale e variano in funzione del compito motorio da eseguire²¹.

Da ciò deriva che una corretta metodica di valutazione e un adeguato training di CS debbano considerare sia componenti motorie che sensitive, poiché essa è il risultato dell’interazione di entrambi questi sistemi¹⁹.

Ad appoggiare queste affermazioni da uno studio, volto a creare un modello di CS tramite la metodica Delphi, è emerso che: “...i muscoli rimangono la componente maggiormente identificata (93.3%) e il controllo neuromuscolare è stata la seconda componente più citata (66.7%). Più del 51% degli esperti ha identificato questi due aspetti come componenti della CS e il consenso è stato raggiunto...”²⁰.

La CS è considerata, quindi, come il risultato espresso da diverse componenti: forza dei muscoli del tronco, resistenza, controllo neuromuscolare, coordinazione della muscolatura coinvolta e propiocezione^{3, 16}. In particolare, il controllo neuromuscolare può essere descritto come l’abilità di coordinare il pattern di attivazione muscolare per produrre movimenti efficienti durante lo svolgimento dei compiti motori mentre la propiocezione è la capacità di percepire la posizione del corpo nello spazio tramite recettori sensoriali posti a livello di articolazioni, tendini e tessuti profondi³.

Fondamentale è, inoltre, l’attivazione degli aggiustamenti posturali anticipatori (APAs) che garantiscono, attraverso un meccanismo a feed-forward, la stabilità durante il movimento volontario e che frequentemente si presentano danneggiati o ritardati nel paziente con affezione neurologica da ictus²⁵.

3.5. Componenti muscolari della Core Stability

Numerosi studi hanno indagato quali siano le principali componenti muscolari della CS, con risultati diversi e non collettivamente accettati.

La prima classificazione è proposta da Bergmark A. nel 1989 e vede la presenza di:

- sistema globale, il cui ruolo principale è quello di bilanciare i carichi provenienti dall'esterno affinché siano sopportabili dal sistema locale così da consentire il lavoro statico e dinamico necessario per le ADL e lo sport. Esso è formato sia dalla muscolatura (erettori spinali, obliquo interno (OI) ed esterno (OE), retto addominale (RA), quadrato dei lombi e psoas) che dalla pressione intraddominale;
- sistema locale, la cui attivazione dipende dall'entità del carico esterno e dalla postura della colonna vertebrale a livello lombare. Questo è costituito da tutti i muscoli che hanno origine o inserzione sulle vertebre, ad eccezione dello psoas, e garantisce la stabilità segmentale della colonna sul piano sagittale e laterale²⁴.

Inoltre, con maggiore precisione, queste due categorie si possono ulteriormente dividere in stabilizzatori locali, stabilizzatori globali e promotori globali.

Un'ulteriore classificazione della muscolatura coinvolta nel mantenimento della stabilità prossimale prevede la presenza di quattro gruppi funzionali:

- muscoli locali: paravertebrali che stabilizzano direttamente i segmenti della colonna;
- muscoli globali: poli-segmentali che bilanciano i carichi esterni per minimizzare le forze impresse sulla colonna;
- muscoli che contribuiscono a incrementare la pressione nella cavità addominale;
- muscoli che incrementano la pressione della fascia posteriore, suddivisi in profondi (che circondano uno o pochi segmenti vertebrali) e lunghi erettori spinali (che controllano molti segmenti).

Studi scientifici di neurofisiologia suggeriscono che la loro differente funzione durante il movimento possa essere spiegata anche dalla diversa innervazione di queste strutture²¹.

Per comprendere quali muscoli abbiano un ruolo nella stabilizzazione della colonna è possibile una duplice analisi: un'indagine condotta su modelli anatomici per documentare l'abilità di ogni componente e una registrazione elettromiografica dell'attività muscolare. Dagli studi effettuati sfruttando queste strategie si evince che la maggior parte della muscolatura del tronco concorre alla stabilizzazione, con pattern di attivazione diversi a seconda del compito motorio. Sono, dunque, da considerare i muscoli che si inseriscono direttamente sulle vertebre: multifido (MF), quadrato dei lombi, latissimus dorsi e ileo-costale insieme alla muscolatura della parete addominale^{21, 26}.

Pressoché la medesima lista è emersa in uno studio, che sfrutta la metodica Delphi per creare un modello di CS: "...un consenso è stato raggiunto per quanto riguarda trasverso dell'addome

(80%), obliquo interno (71.4%), obliquo esterno (64.3%), retto dell'addome (64.3%) e multifido (53.8%)...²⁰.

I muscoli attualmente più citati in letteratura, in riferimento alla CS, sono due: MF, che avendo inserzione sulle vertebre protegge le strutture articolari, i dischi e i legamenti da eccessiva tensione o da infortuni e trasverso dell'addome (TrA) che si inserisce sulle vertebre attraverso la fascia toraco-lombare e conferisce stabilità alla colonna incrementando la pressione intra-addominale²⁷. L'importanza di questi muscoli nel mantenimento e ripristino della stabilità è data dalla loro capacità di contrarsi anticipatamente rispetto al movimento^{5, 28}.

In taluni elaborati si trovano elencati, oltre ai muscoli suddetti, anche glutei, diaframma e muscolatura dell'anca⁵.

3.6. Valutazione della Core Stability

Le proposte reperibili in letteratura relativamente alla valutazione della CS sono molteplici ma non trasversalmente accettate: come emerge dallo studio di Majewski-Schrage T., infatti, non è possibile raggiungere un consenso tra i vari esperti riguardo questo aspetto poiché la maggior parte delle metodiche identificate nel corso dell'indagine deriva dalla personale esperienza clinica dei partecipanti e spesso non è supportata da letteratura scientifica²⁰.

Dalla ricerca effettuata si identificano metodiche di valutazione strumentale quali ad esempio l'elettromiografia di superficie (EMGs) e l'ultrasonografia (US) a cui si aggiungono numerose prove di carattere clinico²⁹.

Per quanto riguarda nello specifico il paziente con storia clinica di ictus la maggior parte degli studi utilizza scale validate (Barthel Index, Functional Independence Measure, Tinetti Scale, Brunel Balance Assessment, Berg Balance Scale, Assessment Scale for Stroke, Timed Up-and-Go Test) focalizzandosi maggiormente sugli effetti dell'allenamento della CS a livello di equilibrio, mobilità, cammino e svolgimento delle ADL con un'impronta funzionale, piuttosto che con l'obiettivo di misurare nello specifico la stabilità centrale^{1, 2, 4, 7, 10, 30, 31}.

L'applicazione di queste scale è già stata ampiamente studiata e approvata dalla comunità scientifica, quindi nel presente elaborato esse non verranno analizzate per focalizzarsi prevalentemente su metodiche specifiche per la valutazione della CS.

Di seguito vengono elencate le principali evidenze disponibili a riguardo.

Esame fisico

La proposta di utilizzare un esame fisico per misurare la stabilità prossimale parte dal presupposto che per ottenere un'indagine realistica si debbano aggiungere prove specifiche alla metodica standard di esecuzione dell'esame, che normalmente è costituito da palpazione, valutazione del Range of Motion (ROM) del distretto del tronco ed esame neurologico degli arti inferiori.

Gli elementi da aggiungere all'esame sono:

1. Osservazione della postura (sia da seduto che in stazione eretta) e del cammino.
2. Osservazione attenta del ROM del rachide per indagare la presenza di movimenti aberranti (ovvero di pattern di reclutamento anomali); infatti, secondo molti clinici, l'insorgenza di alterazioni di questo tipo è segno di una condizione di instabilità.
3. Valutazione della mobilità segmentale della colonna vertebrale. L'esaminatore può sfruttare il *Prone Instability Test* (che verrà discusso nella sezione successiva) oppure applicare una spinta con il bordo della mano sopra uno specifico processo spinoso e valutarne il grado di mobilità.
4. Valutazione delle lunghezze dei muscoli che agiscono sulla pelvi (ad esempio: glutei, rotatori esterni/flessori/adduttori d'anca, flessori di ginocchio, latissimus dorsi e quadrato dei lombi).
5. Valutazione dell'attività di muscoli che hanno azione specifica sulla colonna: indagare, quindi, se il soggetto è in grado di contrarre volontariamente MF e TrA (che sono ritenuti muscoli chiave nella stabilizzazione della colonna vertebrale).
6. Valutazione della resistenza muscolare, che ai fini della stabilizzazione risulta essere di maggiore importanza rispetto alla forza assoluta.
7. Valutazione dell'equilibrio e della propriocezione²³.

Test clinici

Verranno ora riportati in ordine cronologico i test clinici descritti negli articoli esaminati che hanno come obiettivo quello di valutare la CS.

Canadian Standardized Test of Fitness partial curl-up e test isometrici:

Si tratta di test proposti per valutare i muscoli della parete addominale. Nel complesso la batteria di esame è formata da sei prove:

1. Abdominal Dynamic Endurance (mediante *Canadian Standardized Test of Fitness partial curl-up*): il soggetto è posizionato supino con tronco leggermente flesso e mento rivolto allo sterno, arti superiori (AASS) lungo i fianchi, ginocchia e anche flesse per appoggiare la pianta dei piedi alla superficie d'appoggio. L'esaminatore traccia delle linee a 8 cm (per i soggetti con età \geq 40 anni) e a 12 cm (per soggetti con età $<$ 40 anni) dalla fine del terzo dito del candidato. A questo punto è richiesta l'esecuzione di un curl-up per toccare la linea corretta in relazione all'età. Un metronomo fa sì che venga mantenuto un ritmo di 25 ripetizioni/minuto, mentre l'esaminatore registra il numero di esecuzioni effettive.
2. Extensor Dynamic Endurance: il soggetto si trova prono sopra un supporto morbido inclinato di 30°, in modo che le spine iliache siano a livello del bordo del supporto e il tronco fuori da esso, mentre gli AASS sono estesi lungo il corpo con le mani a livello delle anche e gli arti inferiori (AII) vengono stabilizzati tramite cinghie. Mantenendo la colonna vertebrale allineata il candidato è istruito ad estendere il tronco fino alla posizione neutra per poi fletterlo fino a toccare con il naso il lettino. Un metronomo fa mantenere un ritmo di 25 ripetizioni/minuto, mentre l'esaminatore annota il numero di ripetizioni effettivamente eseguite.
3. Abdominal Isometric Force: (per l'esecuzione di questo test il lettino viene posizionato all'altezza minima per favorire meccanicamente il terapista) un cuneo con inclinazione di 30° è posizionato sul lettino e il soggetto è supino con testa e tronco appoggiati al supporto mentre le mani sono sull'addome, le ginocchia sono flesse a 90° e le piante dei piedi appoggiate. L'esaminatore posiziona un dinamometro sotto al processo xifoideo. A questo punto il soggetto è istruito ad eseguire un curl-up (per 3 ripetizioni) fino a staccare completamente le scapole dal supporto ed è incoraggiato a esprimere la massima pressione contro il dinamometro. L'esaminatore oppone resistenza al movimento e previene lo spostamento del dinamometro.
4. Extensor Isometric Force (mediante *Biering-Sorensen Test*, che verrà descritto nelle prossime pagine)
5. Abdominal Static Endurance: il soggetto è posizionato supino con tronco leggermente flesso e ginocchia flesse a 90°, successivamente è richiesto di sollevare testa e spalle in modo che l'angolo inferiore della scapola si stacchi dal piano. L'esaminatore misura il tempo (in secondi) per il quale tale posizione è mantenuta (con una sola possibilità di correzione).
6. Extensor Static Endurance (mediante *Biering-Sorensen Test*)³².

Prone Instability Test:

Per l'esecuzione del test il soggetto è prono con AAI fuori dal piano del lettino e piedi appoggiati al pavimento. L'esaminatore applica una pressione postero-anteriore a livello del rachide lombare e valuta il dolore del soggetto. Il candidato successivamente attiva gli estensori e solleva i piedi dal pavimento. Il test è positivo qualora il dolore venga enfatizzato dalla pressione e si riduca in estensione attiva.

A supporto dell'utilità del test, nel rilevare eventuali condizioni di instabilità, è stata avanzata l'ipotesi che se il dolore è generato dalla provocazione passiva ma scompare all'attivazione volontaria degli estensori allora l'attività muscolare è effettivamente in grado di stabilizzare il segmento spinale^{19, 33}.

Front Abdominal Power Test (FAPT):

Il soggetto parte dal decubito supino su un materassino con AASS lungo i fianchi; successivamente si richiede di flettere le ginocchia a 90° per appoggiare completamente le piante dei piedi (la cui punta deve corrispondere con la fine del materasso) e di portare le braccia lateralmente al capo con spalle flesse, gomiti e polsi estesi. A questo punto viene consegnata al paziente una palla medica dal peso di 2 kg ed egli deve eseguire una contrazione concentrica rapida della muscolatura addominale mentre con gli AASS completamente estesi in avanti sostiene la palla, che viene lanciata dopo aver superato le ginocchia. L'esaminatore registra la distanza tra la punta dei piedi e il punto di atterraggio della palla dopo il lancio. Affinché il test sia valido si deve osservare minima o nulla partecipazione del tronco superiore. Per l'esecuzione della prova è necessaria un'area di almeno 10 metri di lunghezza e 3 metri di larghezza¹⁶.

Side Abdominal Power Test (SAPT):

Per l'esecuzione di questo test è necessario un ambiente di dimensioni analoghe al precedente. Il soggetto è posizionato seduto con ginocchia flesse a 90° e piante appoggiate al materassino, in modo tale che la porzione esterna del piede sinistro corrisponda con il margine della superficie d'appoggio. Il candidato deve mantenere gli AASS stesi in avanti con gomiti e polsi estesi e avambracci supinati, prestando attenzione al mantenimento della posizione neutra del rachide. A questo punto il soggetto deve abbassare il tronco verso il pavimento fermandosi ad un angolo di flessione d'anca di 45° e in questa posizione riceve dall'esaminatore una palla medica da 2kg. Dopo aver effettuato una rotazione di 90° del torso verso destra al candidato è richiesta dapprima l'esecuzione di una contrazione concentrica esplosiva della muscolatura

della Core per produrre una rotazione verso sinistra e una volta superate le ginocchia il lancio della palla. L'esaminatore registra la distanza tra il versante esterno del piede sinistro e il punto di atterraggio della palla dopo il lancio¹⁶.

Batteria di test clinici di Weir:

In letteratura è proposta e analizzata una batteria di sei test clinici per la valutazione della CS, nella quale i candidati sono valutati con un punteggio da 0 a 4 per ciascuna prova:

1. *Unilateral Squat*: la posizione iniziale prevede il mantenimento della stazione eretta in mono-podolica con anca e ginocchio in posizione neutra. Il tronco è eretto e l'arto controlaterale vede l'anca in posizione neutra e il ginocchio flesso a 90°. Il soggetto deve raggiungere la posizione in squat, a velocità soggettiva, per poi ritornare alla posizione neutra.
2. *Lateral Step-Down*: il candidato si posiziona in stazione eretta mono-podolica sul bordo di uno step, regolabile in altezza, con anca e ginocchio in posizione anatomica, mentre l'arto controlaterale è sospeso ed è istruito ad eseguire la seguente procedura: abbassarsi, a velocità soggettiva, affinché il piede del secondo arto tocchi il pavimento per poi tornare alla posizione di partenza.
3. *Frontal Plane Testing*: il soggetto si posiziona con un lato del proprio corpo rivolto ad una parete mantenendo la stazione eretta monopodolica sull'arto inferiore più vicino ad essa e la spalla staccata di 8cm. Per l'esecuzione della prova viene richiesto di toccare gentilmente il muro con la spalla mentre testa e pelvi mantengono la posizione neutra.
4. *Sagittal Plane Testing*: la persona si posiziona in stazione eretta mono-podolica a 8cm di distanza da una parete, con dorso rivolto verso di essa. A questo punto viene chiesto di muovere lentamente indietro il tronco per toccare gentilmente la parete con la testa.
5. *Transverse Plane Testing*: il soggetto si posiziona come nella procedura precedente e tocca alternativamente con una spalla e poi con la controlaterale la parete dietro a sé, mentre testa e pelvi si mantengono in posizione neutra.
6. *The Bridge*: il soggetto è posizionato prono e deve sostenere il suo corpo, per 10 secondi, mediante l'appoggio degli avambracci e delle dita dei piedi, in modo tale da creare una linea dritta che parta dalla testa e arrivi al calcagno³⁴.

Il *Lateral Step Down* è stato valutato anche da De Blaiser C. per quanto concerne la sua affidabilità intra- ed extra-esaminatore. Il protocollo di esecuzione del test è molto simile al precedente: il soggetto si trova in stazione eretta monopodolica su uno step di altezza pari a 30

cm (25 cm solo per i candidati con altezza inferiore ai 170 cm) e deve eseguire una serie di “lateral step down” a velocità soggettiva mantenendo l’arto controlaterale in estensione di ginocchio e leggera flessione d’anca.

La performance è valutata mediante ripresa video e osservazione dei seguenti items: equilibrio in dinamica, rotazione interna d’anca o valgismo di ginocchio e controllo pelvico, con associazione di punteggio compreso tra 0-3³.

The Bridge è stato indagato anche da Aggarwal A. per studiare il reclutamento della muscolatura anteriore del tronco. Il test, conosciuto anche come *Prone Bridge Test* o *Prone Plank Test*, è eseguito in modo equivalente a quanto descritto sopra, registrando il tempo per il quale il candidato è in grado di mantenere la corretta postura richiesta dalla prova²⁹.

Abdominal Fatigue Test:

Il test valuta la resistenza isometrica della muscolatura anteriore e profonda del tronco. Per l’esecuzione al soggetto è richiesto di assumere la posizione seduta sul lettino con tronco appoggiato ad un supporto inclinato di 60°, anche e ginocchia flesse in modo da far aderire la pianta del piede, che viene stabilizzata mediante supporto manuale o cinghie, alla superficie. Gli AASS sono incrociati sul torace con le mani appoggiate alla spalla controlaterale. L’istruzione data è di mantenere tale postura mentre il supporto del tronco viene lentamente rimosso. L’esaminatore registra il tempo che intercorre tra la rimozione del supporto e la modifica dei gradi di inclinazione del tronco²⁹.

Trunk Stability Test (TST):

L’esecuzione di questa prova richiede il mantenimento della posizione seduta su una swiss ball (di diametro 65cm o 75cm) ad occhi chiusi con entrambi i piedi appoggiati al pavimento e le braccia incrociate sul torace. Durante il test il soggetto deve portare in estensione un ginocchio mentre l’esaminatore valuta visivamente la performance e segnala eventuali deviazioni dalla posizione neutra di partenza o errori di esecuzione con annessa durata temporale²⁸.

Unilateral Hip Bridge Test (UHBE):

Il test viene eseguito con il soggetto in decubito supino con braccia incrociate sul torace, ginocchia flesse e piedi appoggiati al piano. Il candidato inizialmente esegue un ponte a doppio appoggio (o *double leg hip bridge*) e, una volta raggiunta la posizione neutra della colonna e della pelvi, porta in estensione un ginocchio, in modo che la coscia sia parallela alla

controlaterale, cercando di restare in questa posizione il più a lungo possibile. Il test termina quando il soggetto non è più in grado di mantenere la postura o si registra una variazione di 10° nell'allineamento della pelvi²⁸.

Core Score:

Si tratta di una batteria di test clinici per la valutazione della CS che sfrutta alcuni dei principali esercizi comunemente utilizzati nel rinforzo della muscolatura del tronco e nel miglioramento del controllo neuro-muscolare.

I test proposti sono:

1. *Single-leg Squat*: al candidato è richiesto di raggiungere la stazione eretta monopodalica posizionando le mani a livello del bacino. Se si dimostra capace di mantenere la posizione per 5 secondi si richiede di eseguire uno squat fino circa a 45° e di ritornare alla posizione di partenza.
2. *Supine Bridge*: il soggetto, posizionato supino sul lettino con AASS lungo il corpo e piedi appoggiati alla superficie, deve sollevare la pelvi fino ad allineare il rachide e mantenere la postura per 5 secondi. Se in grado di eseguire questo primo step si richiede di staccare un piede dall'appoggio portando in estensione il ginocchio. Nuovamente, se in grado di mantenere questa posizione per ulteriori 5 secondi, viene richiesto di passare all'esecuzione con il controlaterale e di mantenere la postura per il medesimo intervallo temporale.
3. *Side Bridge*: per l'esecuzione di questa prova al candidato è richiesto di posizionarsi in un decubito laterale a scelta mantenendo piedi uniti, ginocchia flesse, gomito e avambraccio infra-laterali appoggiati al lettino e mano controlaterale a livello dell'anca. A questo punto la pelvi viene sollevata dal lettino mantenendo il dorso diritto, sfruttando l'appoggio di gomito e ginocchio. Se in grado di mantenere la postura per 5 secondi, il soggetto è invitato a recuperare la posizione di partenza per poi stendere le ginocchia e nuovamente sollevare la pelvi. Se abile a mantenere questa posizione per il medesimo intervallo temporale viene chiesto di sollevare l'arto inferiore sovra-laterale: abducendolo di circa 30° per ulteriori 5 secondi.
4. *Prone Bridge*: il soggetto è collocato in decubito prono e invitato a sostenere il corpo, con dorso allineato, sfruttando l'appoggio degli avambracci e delle dita dei piedi. Se capace di mantenere questa posizione per un tempo di 5 secondi viene invitato a sollevare dapprima un arto inferiore e poi il controlaterale dalla superficie di appoggio per il medesimo intervallo temporale, prima di tornare alla posizione di partenza³⁵.

Flexion-Rotation Trunk Test (FRT):

Questa prova è atta a valutare la resistenza dei muscoli flessori e rotatori del tronco. Per l'esecuzione il soggetto si trova in decubito supino su un materassino semi-rigido con ginocchia flesse a 90° ed entrambe le piante dei piedi appoggiate. Gli AASS sono estesi sulle cosce con mani sovrapposte e pollici incrociati. L'esaminatore si inginocchia ai piedi del soggetto e blocca i suoi AAI ponendo il primo dito a livello del cavo popliteo. Al candidato è richiesta l'esecuzione del massimo numero di flessioni con rotazioni della parte alta del tronco in un arco temporale di 90 secondi. Affinché la performance sia valida il soggetto deve fare una flessio-rotazione del tronco fino a toccare con la punta delle sue dita il quinto raggio della mano dell'esaminatore, per poi tornare alla posizione iniziale³⁶.

Lumbopelvic Position-Reposition Test:

Il test è proposto come metodica di valutazione del tronco, del controllo neuromuscolare a livello lombo-pelvico e della propriocezione. Il protocollo di svolgimento prevede che il candidato sia posizionato seduto con colonna vertebrale in posizione neutra, ginocchia flesse a 85°, piedi appoggiati a terra e AASS pendenti lungo il corpo. A questo punto è richiesto lo svolgimento di movimenti attivi della colonna in flessione-estensione e successivamente ritorno alla posizione neutra a velocità soggettiva. La valutazione della performance avviene mediante video e considera, assegnando un punteggio da 0-10, i seguenti parametri: posizione della pelvi, curvatura della colonna lombare e dorsale, inclinazione del torace³.

Sudden Loading/Unloading Test:

Viene proposto per misurare l'abilità del tronco di rispondere a perturbazioni rapide e controllate provenienti dall'esterno. Per l'esecuzione il candidato viene posizionato semi-seduto su una sedia rigida in legno, che limita il movimento degli AAI e facilita il mantenimento di una posizione neutrale della colonna. Le perturbazioni vengono applicate a livello del tronco mediante un pistone in direzione anteriore, posteriore e laterale, con una durata di 15 secondi durante i quali il soggetto è istruito al mantenimento della posizione neutra e a non reagire volontariamente al cambiamento¹⁸.

Stable/Unstable Sitting Test:

Il test viene considerato utile per valutare il mantenimento di una specifica posizione a livello del tronco conseguentemente a perturbazioni interne. Il soggetto deve eseguire 2 compiti motori statici e 3 dinamici (della durata di 70 secondi ciascuno) dapprima con base d'appoggio stabile

e successivamente instabile. Il controllo posturale è indagato studiando lo spostamento del centro di massa (CoP)¹⁸.

Double Leg Lowering Test:

La prova rientra nella categoria dei test utili a valutare la capacità di mantenere una data posizione lombo-pelvica durante il decubito supino. Per l'esecuzione il candidato è posizionato supino su un materasso semi-rigido con un esaminatore per lato. Al soggetto è richiesto di mantenere gli AAI il più possibile in verticale con le ginocchia estese, sfruttando l'aiuto del primo esaminatore il quale posiziona, inoltre, le sue dita tra il dorso della persona e il materasso per monitorare la posizione della pelvi. Al candidato è richiesto di mantenere la pelvi ruotata posteriormente mentre fa scendere lentamente gli AAI estesi verso il materasso. Il secondo esaminatore registra la performance con un goniometro¹⁸.

Three Plane Core Strength Test:

Si tratta di un test eseguito in mono-podalica che valuta la stabilità generale del corpo. Durante l'esecuzione il candidato si posiziona in stazione eretta mono-podalica sull'arto inferiore dominante dopo di che muove lentamente il tronco sul piano frontale, sagittale e trasverso per toccare gentilmente una parete collocata a 8 cm dalla spalla e poi tornare alla posizione iniziale. L'esaminatore valuta ogni prova con un punteggio da 1 a 4 (performance eccellente)¹⁸.

Biering-Sorensen Test:

Viene proposto come test utile a valutare l'adeguatezza (o fitness) dei muscoli del tronco prevalentemente mediante misurazioni di tipo isometrico. In particolare, si è evidenziato che il risultato della prova è il frutto dell'azione dei grandi muscoli del tronco (globali), dei piccoli stabilizzatori locali e degli estensori dell'anca²⁹.

Il soggetto è posizionato in decubito prono con la parte inferiore del corpo legata ad una panca mediante nastro anelastico e il tronco fuori dalla superficie (steso orizzontalmente e non supportato), facendo sì che le spine iliache antero-superiori si trovino sul bordo. Il candidato è istruito a mantenere il tronco in posizione orizzontale il più a lungo possibile con le braccia incrociate sul torace mentre l'esaminatore registra la durata temporale dell'esecuzione^{18, 36}.

Star Excursion Balance Test (SEBT):

Il test viene descritto come una prova clinica utile a valutare la stabilità generale del corpo¹⁸ e il controllo posturale in dinamica, registrando la massima distanza raggiunta dal candidato con

il piede in 4 (o talvolta 8) diverse direzioni mentre mantiene la stazione eretta mono-podalica³⁷. Recentemente mediante un'analisi EMGs si è indagata la possibilità di semplificarlo sfruttando solamente 3 direzioni: dallo studio dei muscoli ES, OE, RA, medio gluteo e grande gluteo, si è osservato che ogni direzione attiva la muscolatura con pattern diversi ed è quindi bene testarle tutte sia a scopo valutativo che riabilitativo³⁸.

Dal test originale sono state tratte due varianti che valutano il controllo posturale in posizione seduta: *Star Excursion Sitting Test* (SEST), descritto come la massima distanza che i partecipanti possono raggiungere con le mani mentre mantengono la postura seduta, e *Star Excursion Timing Test* (SETT) con protocollo simile alla prova precedente ma con limitazione temporale³⁷.

I test vengono così descritti:

1. SEBT: il soggetto si trova in stazione eretta mono-podalica al centro di una griglia costituita da righe di 8mm inclinate a 45°. Il tallone del piede appoggiato a terra è allineato al centro della griglia con il primo raggio in corrispondenza della linea anteriore. Al candidato è chiesto di raggiungere con la gamba “sospesa” il punto più distante possibile in 4 direzioni diagonali: postero-mediale, postero-laterale, antero-mediale e antero-laterale, toccando gentilmente il punto sulla linea per poi recuperare la posizione di partenza. L'esaminatore registra la distanza (in centimetri) raggiunta in ogni direzione.
2. SEST: il test viene eseguito con il soggetto posizionato seduto al centro della griglia; egli deve tenere gli AAILI raccolti con l'arto superiore posizionandolo sotto al cavo popliteo, senza che i piedi tocchino il pavimento. Lungo le linee della griglia (anteriore destra, anteriore sinistra, posteriore destra, posteriore sinistra, laterale destra e laterale sinistra) sono posizionati dei coni. Mantenendo la posizione indicata al candidato è richiesto di toccare con il terzo raggio della mano libera i coni e di spostarli il più lontano possibile lungo le linee predisposte.
3. SETT: è eseguito in un intervallo di tempo limitato seguendo il protocollo del SEST. Mantenendo, dunque, la suddetta posizione i partecipanti devono spostare i coni il più lontano possibile lungo 4 direzioni (laterale destra e sinistra, posteriore destra e sinistra) in un tempo di 8 secondi³⁷.

Sahrmann Core Stability Test:

Viene citato come metodica utile a indagare la capacità di mantenere una data posizione lombo-pelvica. Il test viene eseguito sfruttando un'unità di feedback a pressione (PUB) gonfiata fino

ad una data pressione e posizionata a livello della lordosi lombare del candidato in decubito supino. A questo punto il soggetto deve attivare la muscolatura profonda (TrA e MF) per aumentare la pressione di 10mmHg, con minimo reclutamento di RA e OE.

In base alla capacità di eseguire specifici compiti motori mantenendo tale attivazione muscolare viene assegnato un punteggio da 1 a 5, secondo i seguenti criteri:

1. Il soggetto riesce a sollevare lentamente un AI fino a circa 100° di flessione d'anca con un confortevole grado di flessione di ginocchio e successivamente prova a raggiungere anche con il controlaterale la stessa posizione.
2. Dalla posizione finale del livello 1 il candidato abbassa lentamente un arto inferiore affinché il calcagno entri in contatto con il piano; successivamente la gamba scorre per estendere completamente il ginocchio e poi tornare alla posizione di partenza.
3. Dalla posizione finale del Livello 1 il soggetto lentamente abbassa un arto inferiore fino circa a 12cm dalla superficie d'appoggio; successivamente la gamba scivola per estendere completamente il ginocchio e poi tornare alla posizione di partenza.
4. Dalla posizione finale del Livello 1 il soggetto abbassa entrambi gli arti inferiori fino al contatto con il piano sottostante; successivamente le gambe scorrono per estendere completamente le ginocchia e tornare alla posizione di partenza.
5. Dalla posizione finale del Livello 1 il soggetto abbassa entrambi gli arti inferiori fino a 12cm dalla superficie d'appoggio; successivamente le gambe scorrono per estendere completamente le ginocchia e tornare alla posizione di partenza²⁹.

Elettromiografia di superficie e ultrasonografia

Alcuni degli studi presi in considerazione per la stesura di questo elaborato hanno valutato l'attivazione della muscolatura della CS sfruttando strumenti quali l'elettromiografia di superficie (EMGs) e l'indagine con ultrasuoni (US).

L'utilizzo dell'EMGs è riportato in letteratura come metodo utile a stimare le componenti di forza della CS, anche se la misurazione selettiva di un muscolo è opinabile poiché la stabilità è garantita da molteplici entità, secondo specifici pattern di reclutamento²¹.

L'EMGs è stata utilizzata, assieme alla Trunk Impairment Scale, per valutare gli effetti di un programma di esercizi di rinforzo della CS su soggetti emiplegici post-ictus, in particolare studiando RA, OI ed erettore spinale (ES) tramite il posizionamento degli elettrodi a livello del loro ventre muscolare⁵.

Le indagini strumentali mediante EMGs e US sono state utilizzate anche per valutare gli effetti di interventi terapeutici specifici su un campione di soggetti con anamnesi di ictus. I muscoli osservati sono stati TrA, OI, OE e ES durante lo svolgimento di Neuro-Development Treatment (NDT) e Dynamic Neuromuscular Stabilization (DNS), riportando un miglioramento sia a livello di attività contrattile che di spessore muscolare¹¹.

La stessa metodica è stata utilizzata anche per indagare gli APAs in soggetti con storia clinica di evento ictale durante un movimento rapido di flessione di spalla, posizionando gli elettrodi a livello di OE, OI, TrA, ES e deltoide anteriore. Dallo studio è emersa una dilatazione dei tempi di attivazione dei muscoli stabilizzanti che è andata riducendosi dopo il trattamento specifico²⁵.

L'EMGs (per RA, OI, OE, MF) e l'indagine mediante US (per OI, OE, TrA) sono state usate anche per indagare l'attivazione muscolare e la variazione di spessore di specifici muscoli durante un esercizio di stabilizzazione prossimale con rotazione isometrica dell'anca, per confrontarle con Abdominal Crunch (AC) e Active Straight Leg Raise (ASLR). Questo ha permesso di osservare un maggiore reclutamento della muscolatura della Core durante l'esercizio proposto piuttosto che con AC e ASLR; inoltre, si osserva che l'attivazione muscolare e lo spessore delle strutture indagate (OI, TrA, MF) aumentano contemporaneamente e in modo marcato durante la prova²⁶.

A sostegno dell'utilizzo dell'EMGs si riporta lo studio di Bhanot K. nel quale, mediante questo tipo di indagine, gli autori hanno studiato i diversi pattern di attivazione della muscolatura della Core durante l'esecuzione del SEBT, identificando pattern di reclutamento muscolare specifici in base alla direzione analizzata³⁸.

Infine, l'US, insieme all'utilizzo di scale cliniche specifiche, è stata utilizzata in un RCT volto ad indagare gli effetti di un training specifico di CS su equilibrio, abilità nella deambulazione e spessore della muscolatura (TrA, OI, OE) in pazienti emiplegici post-ictus. Dallo studio è emerso un incremento dello spessore della muscolatura, in particolare a livello di TrA e di minore entità per OI e OE¹³.

Strumentazione specifica

In alcuni degli articoli analizzati viene proposto l'utilizzo di equipaggiamento specifico per la valutazione della CS.

Viene suggerito l'impiego di una piattaforma di stabilità, ovvero uno strumento altamente sensibile creato per misurare la CS, con la volontà di compensare l'assenza di valutazione di

equilibrio e coordinazione nei test clinici, che si concentrano esclusivamente su forza e resistenza. Nello studio in questione i partecipanti eseguono quattro prove (*kneeling arm raise*, *quad arm raise-parallel*, *quad arm raise-perpendicular* e *bridging*) posizionati sulla piattaforma di stabilità mentre l'esaminatore registra il tempo passato fuori dalla posizione di equilibrio e la macchina rileva le variazioni dell'angolo di inclinazione sul piano orizzontale³⁹. L'utilizzo di tale strumento è stato rivalidato dal medesimo autore in uno studio successivo mediante una nuova piattaforma riducendo la variazione tollerata dell'angolo di inclinazione, poiché il compito motorio era risultato eccessivamente semplice per i candidati nella prima indagine, e scegliendo come prova da eseguire solo *quadruped arm raise* (esercizio comunemente utilizzato nella riabilitazione della CS). Da questo studio emerge moderata validità della procedura nella valutazione del parametro di interesse⁴⁰.

Scale cliniche

Per indagare il controllo del tronco e alcune delle componenti della CS in letteratura è proposto anche l'utilizzo di scale cliniche di valutazione.

La *Trunk Impairment Scale* (TIS) è stata introdotta per valutare le anomalie a livello motorio consecutive ad un ictus (*Allegato 3*). "...Essa è costituita da tre sotto-scale: equilibrio statico da seduto, equilibrio dinamico da seduto e coordinazione. Ogni sub-scala contiene da tre a dieci items. I punteggi della TIS sono compresi in un range che va da un minimo di 0 ad un massimo di 23..."⁴¹. Il suo utilizzo ha evidenziato una forte relazione tra la performance del tronco dopo ictus ed equilibrio, cammino e abilità funzionale sostenendo, quindi, l'importanza della riabilitazione a livello di tronco e CS in questi pazienti per il recupero della stabilità³⁰.

Questa scala di valutazione è stata utilizzata in numerosi studi presenti in letteratura con campioni costituiti da soggetti con anamnesi di ictus cerebrale:

1. Per valutare gli effetti di esercizi specifici rivolti al rinforzo della muscolatura della CS; dagli studi emerge un evidente miglioramento nei punteggi alla TIS del gruppo sperimentale rispetto al gruppo di controllo^{5,31}.
2. Per indagare le alterazioni a livello del tronco provocate dall'ictus e gli effetti che esercizi specifici inducono su mobilità, equilibrio e controllo del tronco. Dallo studio si deduce che un programma riabilitativo rivolto al controllo del tronco accompagnato da esercizi funzionali ha effetto benefico sui movimenti analitici sia della parte superiore che inferiore del corpo e sui movimenti coordinati degli arti, sottolineando l'importanza del recupero della stabilità centrale⁷.

3. Come misura primaria per valutare gli effetti di esercizi di CS (aggiunti al trattamento riabilitativo convenzionale) nel miglioramento dell'equilibrio e del controllo del tronco sia in fase sub-acuta che in follow-up. L'indagine ha permesso di osservare che questo tipo di intervento riabilitativo, somministrato per 5 settimane, produce cambiamenti significativi a livello di mobilità e svolgimento delle ADL¹⁰. Gli autori sostengono che i miglioramenti si mantengono anche nel follow-up a distanza di tre mesi⁴².
4. Per studiare gli effetti su funzionalità del tronco, equilibrio e mobilità di un training specifico di CS. Mediante lo studio si evidenzia un miglioramento nel punteggio dei partecipanti alla scala, con incremento della funzionalità del tronco e della stabilità¹.
5. Per evidenziare la significativa correlazione tra controllo del tronco, forza della muscolatura della Core e percezione soggettiva di equilibrio in candidati con preservata buona partecipazione sociale⁹.

Un'altra scala che viene comunemente utilizzata per valutare il controllo del tronco è il *Trunk Control Test* (TCT).

Il TCT (*Allegato 4*) è utile ad indagare il controllo del tronco nei pazienti con anamnesi di ictus, in particolare esso "...esamina quattro movimenti assiali: rotolamento dalla posizione supina sul lato affetto e sul lato sano, raggiungimento della posizione seduta a partire dal decubito supino e mantenimento della posizione seduta a bordo letto con piedi staccati dal pavimento per 30 secondi..."⁶.

I punteggi vengono così attribuiti:

- 0: incapace di eseguire il movimento richiesto senza assistenza;
- 12: capace di eseguire il movimento ma in modo anomalo;
- 25: capace di eseguire il movimento in modo normale.

Il risultato al TCT è dato dalla somma dei punteggi ottenuti nei quattro items (in un range da 0 a 100).

La sua affidabilità nei pazienti affetti da emiparesi è stata inizialmente testata comparando i risultati ottenuti al TCT con quelli alla *Functional Independence Measure* (FIM): dall'indagine emerge un'elevata correlazione tra i risultati al TCT e quelli ottenuti nella sezione delle capacità motorie della FIM a dimostrazione della validità di questa scala nel rilevare la caratteristica per cui è stata proposta; contemporaneamente si osserva una mancanza di relazione tra i punteggi al TCT e quelli nella sezione delle capacità cognitive della FIM, spiegata dal fatto che la compromissione cognitiva non correla sempre con la disabilità a livello motorio⁶.

Il *Trunk Control Test* è stato utilizzato in uno studio volto ad indagare la performance del tronco post-ictus e la relazione di questa con equilibrio, cammino e abilità funzionale. I risultati evidenziano come la funzionalità del tronco sia evidentemente compromessa dopo l'evento sia in fase sub-acuta che cronica e vi sia una correlazione statisticamente significativa tra i risultati al TCT e le performance di equilibrio, cammino e abilità funzionale³⁰.

4. DISCUSSIONE

Vengono ora analizzate e valutate con approccio critico le varie proposte reperite in relazione a quello che è l'obiettivo principale di questo studio, ovvero indagare quali metodi di valutazione della CS tra quelli disponibili siano applicabili al paziente con anamnesi di ictus. Ogni metodologia, infatti, mostra caratteristiche che la rendono più o meno adatta all'ambito di interesse.

Nel tentativo di capire quali delle prove citate possano essere realmente utilizzabili nel contesto di studio è fondamentale considerare che una valutazione completa e veritiera della CS necessita di un cluster di test. La creazione di una batteria di prove permetterebbe, infatti, di unire le diverse componenti valutate dalle singole misurazioni per ottenere un'indagine complessiva del parametro di interesse. Inoltre, affinché siano utilizzabili dagli operatori in ogni setting, i test scelti dovranno sicuramente mostrare le seguenti caratteristiche: affidabilità, validità, economicità e sicurezza. Per affidabilità si intende la capacità di un test di fornire risposte corrette, di essere ripetibile (affidabilità intra-esaminatore) e riproducibile (affidabilità inter-esaminatore). Con il termine validità si descrive, invece, la proprietà di un test di misurare esattamente il parametro per il quale viene proposto, a questo scopo dovrà essere: sensibile (quando positivo identifica chi realmente ha la patologia) e specifico (quando negativo individua i soggetti che effettivamente non hanno la patologia).

Ai fini dello studio è bene sottolineare che nessuno dei test descritti è stato indagato direttamente su soggetti con problematiche di carattere neurologico, ma esclusivamente su campioni di soggetti sani o atleti.

In alcune delle prove riportate gli autori stessi propongono l'ambito specifico di applicazione della metodica escludendo implicitamente la possibilità di attuarla in un contesto di patologia neurologica:

- *Stable/Unstable Sitting Test*: è considerato maggiormente adatto ad essere somministrato ad atleti, in particolare in discipline che richiedono grande controllo del tronco in posizione seduta per via di continue perturbazioni, come ad esempio nella canoa e nel kayaking¹⁸. Dunque, non viene contemplata la possibilità di somministrare il test a candidati con storia di ictus le cui problematiche a livello del tronco lo renderebbero inattuabile. È necessario comunque riportare che dall'indagine statistica emerge massima affidabilità della prova tramite i compiti motori eseguiti su base

d'appoggio instabile e assenza di correlazioni con il *Sudden Loading/Unloading Test* a dimostrazione della complessità della misurazione della CS, altamente dipendente dai parametri biomeccanici secondo cui viene testata¹⁸.

- *Biering Sorensen Test*: è proposto dagli autori per essere utilizzato, al fine di indagare la fitness dei muscoli del tronco, prevalentemente su candidati sani o atleti di sport come hockey, ginnastica o sci, i quali hanno grandi richieste di resistenza isometrica¹⁸. Dall'indagine la prova mostra esecuzione piuttosto complessa e affaticante per il candidato, elevata affidabilità relativa (Coefficiente di Correlazione Intraclasse o ICC=0.81) ma bassa affidabilità inter-esaminatore^{18, 29, 32, 36}.
- *Star Excursion Balance Test* con le sue varianti (*Star Excursion Sitting Test* e *Star Excursion Timing Test*) in quanto, pur essendo una prova utile ed economica, è considerata non applicabile a individui che manifestano problematiche a livello di anca/rachide o disabilità. Tramite lo studio è emersa, comunque, affidabilità relativa da moderata ad elevata per il SEBT che mostra ICC tra 0,62-0,87 e progressivamente inferiore per SETT (ICC=0,61) e SEST (0,35<ICC≤0,68)³⁷.

In primis il processo di valutazione della CS dovrebbe iniziare con l'esame fisico (osservazione della postura, misurazione di ROM e forza, valutazione di equilibrio e coordinazione)²³ per avere un iniziale e generico inquadramento del soggetto e successivamente passare alla somministrazione di test specifici per l'item di interesse.

Le maggiori proposte in letteratura si registrano a livello di prove cliniche, di seguito analizzate criticamente per indagarne la pertinenza rispetto all'obiettivo di questo studio.

Il *Canadian Standardized Test of Fitness partial curl-up* risulta essere un test è utile a valutare la resistenza dei muscoli della parete addominale: per questa ragione al fine di valutare interamente la CS sarebbe indispensabile unirlo ad altre prove rivolte alle restanti componenti muscolari. Nel complesso avendo dimostrato affidabilità inter-esaminatore accettabile (ICC=0,89)³² e non eccessiva difficoltà di esecuzione per il candidato, se non per l'elevato ritmo di esecuzione imposto (25 ripetizioni/minuto), si tratta di una prova potenzialmente applicabile a soggetti affetti da patologia neurologica.

Per quanto concerne gli altri test isometrici proposti dal medesimo studio, sul campione analizzato, si evidenzia scarsa affidabilità ad eccezione dell'*Extensor Dynamic Endurance* (ICC=0.78)³² che potrebbe, quindi, trovare applicazione anche in ambito neurologico dopo apposite indagini.

Il *Prone Instability Test* risulta essere una prova di valutazione dell'instabilità spinale con affidabilità quasi perfetta^{19, 33} e di facile somministrazione. Il test evidenzia i quadri di debolezza della muscolatura profonda tali da determinare instabilità segmentale con conseguente sintomatologia dolorosa, che possono, però, essere compensati dal reclutamento attivo dei muscoli superficiali.

La validità di questo test può essere messa in discussione poiché il dolore è dipendente da numerose variabili, personali ed ambientali, per cui i dati forniti sono insufficienti a garantirne un'attendibilità assoluta, in particolare in soggetti con affezioni neurologiche che possono presentare alterazioni a livello sensitivo e/o cognitivo.

Al momento è ipotizzabile, dunque, che questo test possa avere come principali destinatari i soggetti che soffrono di LBP³³.

Front Abdominal Power Test e *Side Abdominal Power Test* sono prove rivolte alla valutazione della forza mediante una contrazione concentrica rapida della muscolatura addominale. Dall'indagine effettuata FAPT e SAPT dimostrano un elevato livello di affidabilità nel campione analizzato con ICC rispettivamente di 0,95 e 0,93, per cui gli autori suggeriscono il loro possibile inserimento nella pratica clinica per valutare le componenti di forza della CS¹⁶. La somministrazione a pazienti con storia di ictus cerebrale risulta difficile, in particolar modo in fase acuta, essendo richiesto il raggiungimento e mantenimento di posture specifiche di carattere globale e un'attività bimanuale con peso; si suppone che, nella forma descritta, i test possano essere indagati ed eventualmente applicati in fase più tardiva.

Dall'indagine sulla batteria di sei test clinici (*Unilateral Squat, Lateral Step Down, Frontal/Sagittal e Transverse Plane Testing, Bridge*) proposta da Weir A. emerge scarsa affidabilità intra/inter-esaminatore del protocollo quando la valutazione avviene mediante scala visiva a quattro punti. Inoltre, la specificità della misurazione è ridotta dall'esecuzione di alcune prove in stazione eretta monopodica poiché il risultato è ampiamente influenzato dalle caratteristiche degli AAI e non solo dalle componenti della stabilità prossimale³⁴.

Il *Lateral Step Down* è stato, però, studiato anche singolarmente mediante ripresa video e con attribuzione di punteggio da 0-3 ad items specifici, rilevando una buona affidabilità per la valutazione del tronco e del controllo neuro-muscolare lombo-pelvico³, per cui potrebbe essere opportuno verificarne l'utilità in ambito neurologico.

Il *Prone Plank Test* (o *Prone Bridge Test*) e l'*Abdominal Fatigue Test* presentano le seguenti caratteristiche: il primo, che ha evidenziato buona affidabilità test-retest (ovvero coerenza tra due misurazioni distanti nel tempo su medesimo campione) e relativa semplicità di esecuzione, si concentra esclusivamente sulla valutazione della muscolatura anteriore del tronco^{29, 34} e, quindi, può essere ritenuto valido per misurare la CS globalmente solo se unito ad altri test; il secondo, invece, indaga la resistenza in contrazione isometrica della muscolatura anteriore profonda e ha dimostrato elevata affidabilità nei soggetti sani (ICC=0,93)²⁹. Un aspetto negativo è rappresentato, però, dalla difficoltà di esecuzione, soprattutto se supponiamo di somministrarlo a candidati affetti da patologia neurologica. È importante sottolineare che sono assenti correlazioni significative tra *Abdominal Fatigue Test*, *Prone Plank Test* e *Biering-Sorensen Test*, a dimostrazione del fatto che la valutazione della CS differisce a seconda della posizione della colonna e dei gruppi muscolari attivati²⁹.

Dall'indagine effettuata sul *Trunk Stability Test* (TST) emerge che esso non presenta buona validità se confrontato con specifiche misurazioni biomeccaniche di laboratorio ed è particolarmente influenzato dalla condizione degli AAI²⁸. Si definisce, quindi, che non possa rientrare tra i metodi di valutazione di elezione della CS che vengono ricercati in questo elaborato.

Per quanto concerne l'*Unilateral Hip Bridge Test* (UHBE) esso risulta valido per indagare la capacità di mantenere una data posizione lombo-pelvica durante l'esecuzione di un "ponte" in mono-podalica. Questa prova, che ha dimostrato discreta validità quando confrontata con misurazioni biomeccaniche di laboratorio²⁸, potrebbe rientrare in una batteria di test per indagare la CS in un setting di patologia neurologica dopo opportuni studi, vista la semplicità della somministrazione, la gradualità del compito motorio richiesto, il ridotto intervallo di tempo necessario all'esecuzione e l'assenza di strumentario specifico. Si segnala però che il risultato potrebbe essere influenzato dalla capacità dell'esaminatore di registrare le variazioni di postura a livello lombo-pelvico²⁸.

Dall'indagine statistica emerge che TST e UHBE non sono significativamente correlati tra loro, dimostrando come essi testino componenti diverse della catena cinetica, rispettivamente concentrandosi su AAI e controllo lombo-pelvico²⁸.

Il *Core Score*, ovvero la batteria costituita da alcuni esercizi comunemente utilizzati nei training riabilitativi della CS, risulta interessante poiché considera sia la componente muscolare (sistema attivo) che il controllo neuro-muscolare (sistema di controllo neurale). Si tratta di un

protocollo pratico da eseguire con tempo medio di 4 minuti per essere portato a termine, che non necessita di equipaggiamento specifico e che ha dimostrato moderata affidabilità sui soggetti sani (ICC=0,68)³⁵. Essendo la prova costituita da step progressivamente più complessi è ipotizzabile il suo utilizzo su soggetti con patologia neurologica nelle diverse fasi del recupero. Il *Side Bridge*, in particolare, si è dimostrata la prova più affidabile ma al contempo quella più difficile da eseguire per il soggetto e da spiegare per il terapeuta³⁵.

L'utilizzo del *Flexion-Rotation Trunk Test* (FRT) è proposto per misurare la resistenza dei muscoli flessori e rotatori del tronco. La prova ha dimostrato alta affidabilità relativa, ma al contempo risulta essere poco sensibile ai cambiamenti³⁶. Si ritiene che difficilmente il test possa essere somministrato a pazienti con affezione neurologica da ictus data la complessità di esecuzione, soprattutto in fase acuta, e l'impossibilità di registrare piccole variazioni nella prestazione del candidato.

Il *Lumbopelvic Position-Reposition Test* ha dimostrato elevata affidabilità inter/intra-esaminatore per quanto concerne gli items "posizione della pelvi" e "curvatura della colonna lombare", allo stesso tempo però poca concordanza è stata ritrovata alle voci "curvatura della colonna dorsale" e "inclinazione del torace"³³. Nonostante la complessiva affidabilità della prova gli autori stessi suggeriscono di non utilizzare il protocollo proposto nella pratica clinica.

Il *Sudden Loading/Unloading Test*, attuato per indagare l'abilità del soggetto di rispondere alle perturbazioni provenienti dall'esterno, si è dimostrato utile e con affidabilità da moderata ad alta per quanto concerne la misurazione della variazione dell'inclinazione del tronco e della rigidità. Al contempo, però, esso presenta due aspetti negativi: la risposta motoria registrata è specifica per ogni direzione, non permettendo una generalizzazione del risultato, e l'esecuzione è complessa sia per il fisioterapista che per il soggetto¹⁸. Per queste ragioni il suo inserimento in un cluster di test per valutare la CS in pazienti con anamnesi di ictus risulta improbabile.

Per quanto concerne il *Double Leg Lowering Test* emergono alcuni aspetti negativi: la ridotta sensibilità, ovvero l'incapacità di registrare cambiamenti di piccola entità con tendenza ad omogeneizzazione del campione, la forte dipendenza dalla capacità dell'operatore di monitorare con le dita la posizione del tratto lombare e la probabile variabilità del risultato in funzione di età e condizioni fisiche dei candidati¹⁸. Inoltre, nell'ottica della sua applicazione in ambito clinico, data la necessità di due operatori, questo test risulta difficilmente attuabile: non

è, infatti, realistico pensare che vi possano essere due fisioterapisti al lavoro con uno stesso soggetto contemporaneamente nelle diverse realtà riabilitative.

Il *Three Plane Core Strength Test* è proposto per la valutazione della stabilità generale dell'individuo ma non risulta specifico per la CS: essendo, infatti, attuato in stazione eretta mono-podalica è fortemente influenzato dalle caratteristiche degli AAIL. Dallo studio emerge sufficiente accordanza intra-esaminatore, ma la scala a 4 punteggi utilizzata produce una omogeneizzazione dei risultati ottenuti dal campione, influenzando negativamente affidabilità e sensibilità del test¹⁸. La sua applicazione in un setting di patologia neurologica risulta dubbia, soprattutto in fase riabilitativa acuta quando il soggetto potrebbe non presentare abilità motorie sufficienti da permettere il raggiungimento della stazione eretta mono-podalica.

L'ultimo test clinico da considerare è il *Sahrmann Core Stability Test*, utile a valutare la capacità del soggetto di mantenere una data posizione lombo-pelvica mediante selettiva attivazione di TrA e MF. Questa prova valuta essenzialmente la CS sul piano sagittale portando alla luce, con buona validità e affidabilità, eventuali anomalie nel reclutamento della muscolatura profonda del tronco^{18,29}: per questa ragione il test andrebbe eventualmente inserito in una batteria di prove e non utilizzato singolarmente, così da ottenere una valutazione completa del parametro di interesse. Gli elementi negativi da segnalare sono: la necessità di utilizzare una unità di feedback a pressione (PUB), non sempre a disposizione dei fisioterapisti, e la complessità di spiegare al paziente come attivare in modo selettivo la muscolatura profonda, soprattutto se concomitano deficit a livello sensitivo e/o cognitivo. È interessante, inoltre, evidenziare la correlazione tra *Sahrmann Core Stability Test* e *Prone Plank Test* che sottolinea come entrambi siano specifici per la valutazione della CS sul piano sagittale²⁹.

Sulla base di quanto reperito in letteratura la valutazione delle componenti muscolari della CS può avvenire mediante elettromiografia di superficie (EMGs) e immagini all'ultrasuono (US). Entrambe le metodiche sono risultate efficaci per indagare l'attivazione e le modifiche a livello dello spessore delle strutture muscolari e possono, quindi, essere ritenute utili a verificare la presenza di anomalie nel reclutamento di muscoli chiave per il mantenimento della stabilità^{5,26}. Al contempo, però, presentano evidenti limiti di applicazione:

1. Richiedono strumentazione non sempre disponibile e sono operatore dipendenti.
2. Sono utilizzabili solo dopo training specifico e adeguata curva di apprendimento.

3. È molto complesso, mediante EMGs, indagare con precisione la muscolatura profonda, la quale rappresenta però un elemento chiave nella stabilità.

Nel complesso si deduce che, benché si tratti di misurazioni precise ed efficaci, queste sono difficilmente applicabili nella routine clinica, se non, ipoteticamente, ad inizio e fine del percorso riabilitativo di un paziente con affezione neurologica per poter fare un confronto più preciso di eventuali alterazioni/modifiche a livello di reclutamento muscolare e definire gli obiettivi del programma fisioterapico con maggiore precisione.

Viene ora analizzato criticamente l'utilizzo di una piattaforma di stabilità sulla quale eseguire compiti motori specifici per valutare la CS tramite la rilevazione delle modifiche della postura lombo-pelvica.

Il principale aspetto positivo di questa metodica è che essa considera, diversamente dalle prove cliniche, non solamente forza e resistenza muscolare ma anche equilibrio e coordinazione, che sono elementi cardine della CS^{39, 40}. Si rileva, però, una difficoltà di attuazione legata in particolar modo alla disponibilità di tale equipaggiamento nel setting di intervento riabilitativo e all'elevato costo economico della strumentazione.

Infine, per quanto concerne le scale cliniche considerate in questo studio, la loro efficacia nella valutazione del controllo del tronco è stata già ampiamente dimostrata sul paziente neurologico.

Le scale presentano le seguenti caratteristiche:

- *Trunk Impairment Scale*: è costituita da items che richiedono una modesta abilità al soggetto poiché considera equilibrio statico, equilibrio dinamico e coordinazione e può essere somministrata nelle diverse fasi riabilitative. È possibile, però, affermare che, nonostante consideri sia forza/resistenza muscolare che componenti relative al controllo motorio tramite afferenze sensitive soprattutto in condizioni di instabilità, essa non rappresenta una metodica di valutazione selettiva della CS, ma garantisce un'impronta di carattere più funzionale.
- *Trunk Control Test*: è utile a valutare il controllo del tronco nel paziente con emiplegia post-ictus, soprattutto in una fase acuta o sub-acuta poiché i compiti motori richiesti sono piuttosto semplici. Se applicato in fase tardiva, dopo aver già registrato eventuali miglioramenti della performance, tutti i soggetti tenderebbero ad ottenere punteggio massimo e non sarebbe possibile fare discriminazione tra loro. Nell'ottica di questo studio non è possibile definire il TCT specifico per la CS, poiché il focus è rivolto alla

capacità del soggetto di eseguire i passaggi posturali in autonomia e non nello specifico alle diverse componenti della stabilità prossimale.

Nel complesso le due scale risultano utili poiché economiche, ripetibili e rapide, ma non selettive nella valutazione della CS, rappresentando piuttosto una metodica di indagine relativa al tronco con ottica prevalentemente funzionale.

A questo punto è possibile affermare che, nonostante le numerose proposte relative alla valutazione della CS, in letteratura ancora non esiste un protocollo standardizzato e universalmente accettato per riuscire a misurare questo parametro. La complessità principale risiede nel fatto che la CS è il risultato dell'interazione di più sistemi che devono essere tutti considerati per una sua corretta descrizione e per ora i test proposti riescono, nella maggior parte dei casi, ad indagare solo uno specifico aspetto e non su qualsiasi tipologia di popolazione.

5. CONCLUSIONE

Dall'analisi effettuata per la stesura di questa revisione emerge che la Core Stability pur essendo un argomento attuale e di crescente importanza presenta ancora innumerevoli interrogativi, soprattutto per quanto concerne un protocollo utile alla sua valutazione. Le informazioni reperibili in letteratura rispetto al quesito clinico di interesse sono numerose ma non permettono ad oggi di raggiungere un verdetto oggettivo: i metodi di misurazione proposti sono, infatti, solo parzialmente affidabili o precisi, talvolta in contraddizione tra loro e, per ora, nessuno è stato effettivamente testato sul campione di interesse per questo studio, ovvero su candidati con anamnesi patologica di ictus.

Dalle evidenze riportate risulta comunque chiaro come un metodo di valutazione della CS valido e affidabile debba essere costituito da un cluster di test, ognuno dei quali volto a valutare uno specifico aspetto, così da considerare sistema passivo, attivo e di controllo neurale. L'indagine relativa al primo di questi sistemi può basarsi sull'esame fisico ed in particolare su osservazione della postura (per identificare anomalie rispetto al quadro fisiologico) e valutazione del ROM per verificare limitazioni del movimento o presenza di movimenti aberranti. La valutazione della componente muscolare si potrebbe basare sull'esecuzione di una serie di test clinici volti ad indagare forza e resistenza dei muscoli che costituiscono il box della CS tramite movimenti nei diversi piani dello spazio. L'elemento che risulta certamente più complesso da studiare è quello relativo al sistema di controllo neurale: per poter avere accesso a questa componente sono necessarie prove specifiche che stimolino le capacità coordinative del candidato preferibilmente in differenti condizioni di stabilità, sfruttando l'inserimento di perturbazioni interne ed esterne.

Dunque, nonostante il tentativo effettuato nel presente elaborato di identificare quali tra le metodiche proposte sino ad ora in letteratura abbiano le potenzialità per essere somministrate al paziente neurologico, risulta particolarmente evidente che i dati sono insufficienti allo scopo e ulteriori studi sono necessari. In particolare, appare marcata la necessità di attuare delle indagini rivolte specificatamente a verificare la validità e l'adeguatezza degli strumenti di valutazione disponibili su soggetti con anamnesi di ictus cerebrale, dato che quasi la totalità dei metodi proposti sino ad ora è stata studiata su candidati in salute o addirittura atleti.

Per ora si osserva che gli studi attuati su pazienti con affezione neurologica a cui è stato somministrato un training di CS utilizzano scale validate non specifiche per il parametro di interesse, ma che hanno lo scopo di indagare in modo indiretto l'effetto di questo tipo di

trattamento riabilitativo su aspetti più funzionali, quali equilibrio, cammino, funzionalità del tronco e svolgimento delle ADL.

Si può dunque concludere che gli interrogativi riguardo il metodo di misurazione della CS più adeguato nel paziente emiplegico non possono, ad ora, essere soddisfatti ma che le evidenze reperibili in letteratura forniscono suggerimenti interessanti per eventuali studi futuri più specifici dell'ambito neurologico, necessari per poter costruire protocolli di valutazione oggettivamente accettati e conseguentemente implementare il successo dell'intervento riabilitativo.

6. BIBLIOGRAFIA

- ¹ Haruyama K, Kawakami M, Otsuka T. Effect of Core Stability Training on Trunk Function, Standing Balance, and Mobility in Stroke Patients. *Neurorehabil Neural Repair*. 2017 Mar;31(3):240-249.
- ² Chung EJ, Kim JH, Lee BH. The effects of core stabilization exercise on dynamic balance and gait function in stroke patients. *J Phys Ther Sci*. 2013 Jul;25(7):803-6.
- ³ De Blaiser C, De Ridder R, Willems T, Danneels L, Roosen P. Reliability of two clinical tests to evaluate trunk and lumbopelvic neuromuscular control and proprioception in a healthy population. *Braz J Phys Ther*. 2019 Nov-Dec;23(6):541-548.
- ⁴ Sun X, Gao Q, Dou H, Tang S. Which is better in the rehabilitation of stroke patients, core stability exercises or conventional exercises? *J Phys Ther Sci*. 2016 Apr;28(4):1131-3.
- ⁵ Yu SH, Park SD. The effects of core stability strength exercise on muscle activity and trunk impairment scale in stroke patients. *J Exerc Rehabil*. 2013 Jun 30;9(3):362-7.
- ⁶ Franchignoni FP, Tesio L, Ricupero C, Martino MT. Trunk control test as an early predictor of stroke rehabilitation outcome. *Stroke*. 1997 Jul;28(7):1382-5.
- ⁷ An S.H, Park D.H. The Effects of Trunk Exercise on Mobility, Balance and Trunk Control of Stroke Patients. *J Korean Soc Phys Med*. 2017 Oct;12(1):25-33.
- ⁸ Van Criekinge T, Truijen S, Schröder J, Maebe Z, Blanckaert K, van der Waal C, Vink M, Saeyns W. The effectiveness of trunk training on trunk control, sitting and standing balance and mobility post-stroke: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 2019 Jun;33(6):992-1002.
- ⁹ Karthikbabu S, Verheyden G. Relationship between trunk control, core muscle strength and balance confidence in community-dwelling patients with chronic stroke. *Top Stroke Rehabil*. 2020 Jun 23:1-8.

- ¹⁰ Cabanas-Valdes R, Bagur-Calafat C, Girabent-Farres M, Caballero-Gomez FM, Hernandez-Valino M, Cuchi GU. The effect of additional core stability exercises on improving dynamic sitting balance and trunk control for subacute stroke patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2016 Oct;30(10):1024-1033.
- ¹¹ Yoon HS, You JSH. Reflex-mediated dynamic neuromuscular stabilization in stroke patients: EMG processing and ultrasound imaging. *Technol Health Care.* 2017 Jul 20;25(S1):99-106.
- ¹² Cabanas-Valdes R, Cuchi GU, Bagur-Calafat C. Trunk training exercises approaches for improving trunk performance and functional sitting balance in patients with stroke: a systematic review. *NeuroRehabilitation.* 2013;33(4):575-92.
- ¹³ Chen X, Gan Z, Tian W, Lv Y. Effects of rehabilitation training of core muscle stability on stroke patients with hemiplegia. *Pak J Med Sci.* 2020 Mar-Apr;36(3):461-466.
- ¹⁴ Park SJ, Lee JH, Min KO. Comparison of the effects of core stabilization and chest mobilization exercises on lung function and chest wall expansion in stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2017 Jul;29(7):1144-1147.
- ¹⁵ Verheyden G, Nieuwboer A, Van de Winckel A, De Weerd W. Clinical tools to measure trunk performance after stroke: a systematic review of the literature. *Clin Rehabil.* 2007 May;21(5):387-94.
- ¹⁶ Cowley PM, Swensen TC. Development and reliability of two core stability field tests. *J Strength Cond Res.* 2008 Mar;22(2):619-24.
- ¹⁷ Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord.* 1992 Dec;5(4):383-9.
- ¹⁸ Vera-Garcia FJ, López-Plaza D, Juan-Recio C, Barbado D. Tests to Measure Core Stability in Laboratory and Field Settings: Reliability and Correlation Analyses. *J Appl Biomech.* 2019 Jun 1;35(3):223-231.

- ¹⁹ Akuthota V, Ferreiro A, Moore T, Fredericson M. Core stability exercise principles. *Curr Sports Med Rep*. 2008 Feb;7(1):39-44.
- ²⁰ Majewski-Schrage T, Evans TA, Ragan B. Development of a core-stability model: a delphi approach. *J Sport Rehabil*. 2014 May;23(2):95-106.
- ²¹ Borghuis J, Hof AL, Lemmink KA. The importance of sensory-motor control in providing core stability: implications for measurement and training. *Sports Med*. 2008;38(11):893-916.
- ²² Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *J Spinal Disord*. 1992 Dec;5(4):390-6.
- ²³ Barr KP, Griggs M, Cadby T. Lumbar stabilization: a review of core concepts and current literature, part 2. *Am J Phys Med Rehabil*. 2007 Jan;86(1):72-80.
- ²⁴ Bergmark A. Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta Orthop Scand Suppl*. 1989;230:1-54.
- ²⁵ Lee NG, You JSH, Yi CH, Jeon HS, Choi BS, Lee DR, Park JM, Lee TH, Ryu IT, Yoon HS. Best Core Stabilization for Anticipatory Postural Adjustment and Falls in Hemiparetic Stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018 Nov;99(11):2168-2174.
- ²⁶ Nakai Y, Kawada M, Miyazaki T, Kiyama R. Trunk muscle activity during trunk stabilizing exercise with isometric hip rotation using electromyography and ultrasound. *J Electromyogr Kinesiol*. 2019 Dec;49: 102357.
- ²⁷ Barr KP, Griggs M, Cadby T. Lumbar stabilization: core concepts and current literature, Part 1. *Am J Phys Med Rehabil*. 2005 Jun;84(6):473-80.
- ²⁸ Butowicz CM, Ebaugh DD, Noehren B, Silfies SP. Validation of two clinical measures of Core Stability. *Int J Sports Phys Ther*. 2016 Feb;11(1):15-23.
- ²⁹ Aggarwal A, Kumar S, Madan R, Kumar R. Relationship among different tests of evaluating low back core stability. *J Musculoskelet Res* 2012 Mar; 14(2): 1250004 (9 pages).

- ³⁰ Verheyden G, Vereeck L, Truijen S, Troch M, Herregodts I, Lafosse C, Nieuwboer A, De Weerdt W. Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. *Clin Rehabil.* 2006 May;20(5):451-8.
- ³¹ Sumi R, Vasanthan R. Effect of trunk strengthening exercise on functional outcome in post stroke patients. *IJCR.* 2016 Jun;8(6): 33658-33665.
- ³² Moreland J, Finch E, Stratford P, Balsor B, Gill C. Interrater reliability of six tests of trunk muscle function and endurance. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997 Oct;26(4):200-8.
- ³³ Hicks GE, Fritz JM, Delitto A, Mishock J. Interrater reliability of clinical examination measures for identification of lumbar segmental instability. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003 Dec;84(12):1858-64.
- ³⁴ Weir A, Darby J, Inklaar H, Koes B, Bakker E, Tol JL. Core stability: inter- and intraobserver reliability of 6 clinical tests. *Clin J Sport Med.* 2010 Jan;20(1):34-8.
- ³⁵ Friedrich J, Brakke R, Akuthota V, Sullivan W. Reliability and Practicality of the Core Score: Four Dynamic Core Stability Tests Performed in a Physician Office Setting. *Clin J Sport Med.* 2017 Jul;27(4):409-414.
- ³⁶ Juan-Recio C, López-Plaza D, Barbado Murillo D, García-Vaquero MP, Vera-García FJ. Reliability assessment and correlation analysis of 3 protocols to measure trunk muscle strength and endurance. *J Sports Sci.* 2018 Feb;36(4):357-364.
- ³⁷ López-Plaza D, Juan-Recio C, Barbado D, Ruiz-Pérez I, Vera-García FJ. Reliability of the Star Excursion Balance Test and Two New Similar Protocols to Measure Trunk Postural Control. *PM R.* 2018 Dec;10(12):1344-1352.
- ³⁸ Bhanot K, Kaur N, Brody LT, Bridges J, Berry DC, Ode JJ. Hip and Trunk Muscle Activity During the Star Excursion Balance Test in Healthy Adults. *Sport Rehabil.* 2019 Sep 1;28(7):682-691.

³⁹ Liemohn WP, Baumgartner TA, Gagnon LH. Measuring core stability. *J Strength Cond Res.* 2005 Aug;19(3):583-6.

⁴⁰ Liemohn WP, Baumgartner TA, Fordham SR, Srivatsan A. Quantifying core stability: a technical report. *J Strength Cond Res.* 2010 Feb;24(2):575-9.

⁴¹ Verheyden G, Nieuwboer A, Mertin J, Preger R, Kiekens C, De Weerd W. The Trunk Impairment Scale: a new tool to measure motor impairment of the trunk after stroke. *Clin Rehabil.* 2004 May;18(3):326-34.

⁴² Cabanas-Valdes R, Bagur-Calafat C, Girabent-Farres M, Caballero-Gomez FM, du Port de Pontcharra-Serra H, German-Romero A, Urrutia G. Long-term follow-up of a randomized controlled trial on additional core stability exercises training for improving dynamic sitting balance and trunk control in stroke patients *Clin Rehabil.* 2017 Nov;31(11):1492-1499.

7. ALLEGATI

7.1. Allegato 1: Tabella sinottica per studi primari

| STUDIO: | TIPOLOGIA DI STUDIO e CAMPIONE: | OBIETTIVO E INTERVENTI: | SCALE DI VALUTAZIONE E OUTCOMES: | RISULTATI/CONCLUSIONE: |
|-----------------------|---|--|--|---|
| Franchignoni FP, 1997 | Studio primario diagnostico 49 partecipanti con anamnesi di ictus (24 uomini + 25 donne) | Indagare la validità del TCT mediante confronto con FIM. 450 minuti/settimana di trattamento fisioterapico, terapia occupazionale e logopedia. | FIM, TCT | Il TCT mostra buona sensibilità al cambiamento ed evidenti correlazioni con gli items relativi all'ambito motorio della FIM. |
| Moreland J, 1997 | Studio primario diagnostico 39 partecipanti | Determinare l'affidabilità inter-esaminatore di: <i>abdominal ed extensor dynamic endurance, isometric flexion ed extension, abdominal ed extensor static endurance.</i> I partecipanti sono valutati nell'esecuzione delle prove secondo il medesimo protocollo da 3 studenti fisioterapisti. | Forza muscolare, resistenza | I test di resistenza dinamica hanno dimostrato affidabilità inter-esaminatore accettabile, mentre per le altre prove questa si presenta ridotta. La credibilità della misurazione mediante dinamometro a livello del tronco è dubbia. |
| Hicks GE, 2003 | Studio primario diagnostico | Valutare l'affidabilità inter-esaminatore di comuni misurazioni cliniche per identificare condizioni di instabilità. | AROM (rachide), Beighton LLS, mobilità passiva intervertebrale, PST, PIT | L'osservazione del ROM attivo con lo scopo di individuare movimenti aberranti è affidabile. Il Beighton LLS si è dimostrato altamente valido così come il PIT. |

| | | | | |
|-------------------|---|---|---|--|
| | 63 partecipanti (25 uomini + 38 donne) | Le valutazioni sono eseguite da 4 fisioterapisti utilizzando il medesimo protocollo. | | |
| Verheyden G, 2004 | Studio primario diagnostico 28 partecipanti con anamnesi di ictus (14 uomini + 14 donne) | Valutazione di affidabilità e validità della TIS su candidati con storia clinica di ictus. Ogni soggetto è valutato due volte durante la stessa giornata (a distanza di 1/2 ore) e ogni item è eseguito 3 volte per ridurre il rischio di bias. | TIS, BI, TCT | La TIS è utile per valutare il tronco post-ictus, indagando equilibrio statico/dinamico e coordinazione: mostra sufficiente affidabilità e validità per essere usata nella pratica clinica come guida per il trattamento. |
| Liemohn WP, 2005 | Studio primario diagnostico 16 partecipanti (9 uomini + 7 donne) | Valutazione della CS utilizzando una piattaforma di stabilità sulla quale sono eseguite 4 prove: <i>kneeling arm raise, quad arm raise-parallel, quad arm raise-perpendicular, bridging</i> . Ogni partecipante è valutato 5 volte al giorno su performance della durata di 20 secondi, per 4 giornate. | Misurazione del tempo (durante 30 sec di esecuzione) per il quale il candidato non mantiene l'equilibrio e registrazione del numero di volte in cui egli esce dalla postura | La piattaforma risulta utile poiché considera non solo forza/resistenza ma anche coordinazione/equilibrio. Gli autori stessi suggeriscono la necessità di ulteriori indagini. |
| Verheyden G, 2006 | Studio primario analitico 51 partecipanti con anamnesi di ictus (35 uomini + 16 donne) | Valutare la performance del tronco dopo ictus e studiarne la relazione con equilibrio, cammino e abilità funzionale mediante TIS e TCT. Tutti i candidati sono valutati dal medesimo osservatore mediante le apposite scale. | TCT, TIS, TS, FAC, TUG, FIM | La performance del tronco risulta compromessa dopo ictus; essa presenta forte relazione con equilibrio, cammino, abilità funzionale. Il TCT e la TIS sono applicabili al paziente in fase acuta come guida per il trattamento riabilitativo. |

| | | | | |
|------------------|--|--|--|---|
| Cowley PM, 2008 | Studio primario diagnostico 24 partecipanti di sesso femminile | Indagare l'affidabilità di due test clinici per valutare le componenti di forza della CS. Le prove sono eseguite in due sessioni a distanza di 24h: l'esaminatore inizialmente spiega e dimostra la prova poi valuta l'esecuzione dei candidati. | FAPT, SAPT | I test mostrano eccellente affidabilità test-retest e possono essere, quindi, utilizzati nella pratica clinica per ottenere dati veritieri. |
| Weir A, 2010 | Studio diagnostico primario 40 partecipanti di sesso maschile | Indagare l'affidabilità intra/inter-esaminatore di: <i>unilateral squat, lateral step-down, frontal/sagittal/transverse plane testing, bridge</i> . Tutti i candidati sono valutati mediante una scala a 4 punti da 6 osservatori. | Valutazione della performance mediante osservazione | Lo studio mostra scarsa affidabilità intra/inter-esaminatore dei test proposti quando la valutazione sfrutta una scala a 4 punti e per questa ragione non è possibile la loro applicazione nel contesto clinico. |
| Liemohn WP, 2010 | Studio primario diagnostico (ri-validazione dello studio precedente) 25 partecipanti (13 uomini + 12 donne) | Misurare la CS con una piattaforma di stabilità, sulla quale i candidati eseguono un <i>quadruped arm raise</i> . Ogni partecipante è valutato 10 volte al giorno su performance della durata di 30 secondi, per 4 giornate. | Valutazione della performance mediante piattaforma di stabilità e osservazione | L'affidabilità che emerge dallo studio per la metodica di valutazione presentata è piuttosto buona (ICC=0,76-0,95). |
| Aggarwal A, 2012 | Studio primario diagnostico 40 partecipanti (20 uomini + 20 donne) | Determinare la relazione tra test utilizzati per la valutazione della stabilità: BST, PPT, SPT, AFT e SCST. A distanza di 2 giorni dai trials di familiarizzazione | Valutazione della performance di CS mediante test | Dall'analisi statistica si evince che non vi è correlazione tra le performance nelle diverse prove: ogni metodica è specifica per una componente della CS. La raccomandazione è che nella pratica clinica venga utilizzata una batteria di prove. |

| | | | | |
|--------------------------|--|---|---|--|
| | | l'esecuzione dei partecipanti è valutata da un fisioterapista. | | |
| Yu SH, 2013 | RCT 20 partecipanti con anamnesi di ictus N=10 (gruppo sperimentale) N=10 (gruppo di controllo) | Indagare gli effetti del trattamento di CS su tronco e attivazione muscolare. Gruppo di controllo: fisioterapia convenzionale Gruppo sperimentale: fisioterapia convenzionale e esercizi addizionali di CS per 5vv/settimana per un mese | EMGs, TIS | Non si registra differenza statisticamente significativa nell'attivazione muscolare dopo l'esecuzione del protocollo rivolto alla CS. Si osservano differenze significative nei punteggi alla TIS ottenuti dal gruppo sperimentale. |
| Chung EJ, 2013 | RCT 16 partecipanti con anamnesi di ictus N=8 (gruppo sperimentale) N=8 (gruppo di controllo) | Determinare gli effetti di esercizi rivolti alla CS su equilibrio dinamico e funzionalità del cammino. Gruppo di controllo: allenamento in 5 sessioni settimanali per un totale di 60 minuti (per un mese) Gruppo sperimentale: allenamento in 5 sessioni settimanali per un totale di 60 minuti (per un mese) e 3 sessioni da 30 minuti alla settimana di esercizi di stabilizzazione della Core | TUG, Parametri del cammino (velocità, cadenza, lunghezza di semi-passo e passo) | Si registra differenza statisticamente significativa tra i due gruppi per il parametro della velocità. Miglioramenti significativi dei punteggi al TUG si denotano nel gruppo sperimentale dopo l'intervento. Gli esercizi di CS si dimostrano efficaci nel migliorare equilibrio e cammino in candidati emiplegici. |
| Majewski-Schrage T, 2014 | Tecnica Delphi 15 partecipanti (esperti di discipline differenti) | Costruire un modello di CS: definizione, componenti e metodiche valutative. I dati sono raccolti mediante questionari cartacei e telefonici in due rounds. | Questionario relativo a definizione, componenti e valutazione della CS | Si è raggiunto un accordo (83%) per la definizione di CS come "l'abilità di mantenere e raggiungere il controllo del tronco in statica e in dinamica". |

| | | | | |
|-------------------|---|---|---|---|
| | | | | <p>Sono state definite le componenti della CS: muscolatura (93%) e controllo neuro-muscolare (67%).</p> <p>I muscoli individuati sono: OI, OE, TrA, RA e MF. Non è stato raggiunto il consenso per quanto concerne la valutazione della CS.</p> |
| Sumi R, 2016 | <p>RCT</p> <p>24 partecipanti con anamnesi di ictus N=12 (gruppo sperimentale) N=12 (gruppo di controllo)</p> | <p>Indagare gli effetti di esercizi di rinforzo della CS su performance del tronco e funzionalità.</p> <p>Gruppo di controllo: programma riabilitativo convenzionale post-ictus</p> <p>Gruppo sperimentale: programma riabilitativo convenzionale post-ictus ed esercizi aggiuntivi di rinforzo del tronco (training a giorni alterni per 4 settimane totali)</p> | TIS, FIM | <p>Nel gruppo sperimentale si denota un miglioramento significativo della performance del tronco post-trattamento così come nel gruppo di controllo.</p> <p>In entrambi i gruppi non si registra però un incremento a livello di funzionalità (probabilmente correlato alla fase di malattia e/o alla durata del training riabilitativo).</p> |
| Sun X, 2016 | <p>RCT</p> <p>40 partecipanti con anamnesi di ictus N=20 (gruppo sperimentale) N=20 (gruppo di controllo)</p> | <p>Determinare se è più efficace trattamento convenzionale o CST nei pazienti emiplegici.</p> <p>Gruppo di controllo: protocollo convenzionale per 6 settimane</p> <p>Gruppo sperimentale: esercizi di CS per 6 settimane</p> | MBI, BBS | <p>Entrambi i gruppi mostrano progressi ma gli esercizi specifici di CS producono miglioramenti più evidenti nei soggetti emiplegici rispetto all'approccio convenzionale.</p> |
| Butowicz CM, 2016 | <p>Studio primario cross-sectional</p> <p>20 partecipanti (11 uomini + 9 donne)</p> | <p>Determinare la validità di TST e UHBE mediante confronto con misurazioni biomeccaniche in laboratorio.</p> | Misurazioni laboratoriali e cliniche (TST, UHBE) della CS | <p>I dati supportano l'utilizzo del UHBE come test utile a misurare clinicamente la CS. Il TST non risulta adatto al medesimo scopo non avendo correlazione con le misurazioni di laboratorio.</p> |

| | | | | |
|------------------------|--|--|---|---|
| Cabanas-Valdes R, 2016 | <p>RCT con cecità del valutatore</p> <p>80 partecipanti con anamnesi di ictus N= 40 (gruppo sperimentale) N=40 (gruppo di controllo)</p> | <p>Esaminare gli effetti di esercizi di CS su controllo del tronco, equilibrio, cammino e funzionalità.</p> <p>Gruppo di controllo: trattamento convenzionale post-ictus per 5 settimane (1h/die per 5vv/sett)</p> <p>Gruppo sperimentale: trattamento convenzionale post-ictus per 5 settimane (1h/die per 5vv/sett) e esercizi di CS (6.15 h totali)</p> | TIS, FST, BBA, BBS, PASS, TS, BI | <p>Gli esercizi addizionali rivolti alla CS aumentano l'equilibrio e la performance del tronco dopo ictus, con effetti positivi su mobilità e svolgimento delle ADL. Inoltre, si osservano miglioramenti dei tempi di reazione.</p> |
| Cabanas-Valdes R, 2017 | <p>RCT con cecità del valutatore + Follow-up a 3 mesi</p> <p>79 partecipanti con anamnesi di ictus N=40 (gruppo sperimentale) N=39 (gruppo di controllo)</p> | <p>Gruppo di controllo: trattamento convenzionale post-ictus per 5 settimane (1h/die per 5vv/sett)</p> <p>Gruppo sperimentale: trattamento convenzionale post-ictus per 5 settimane (1h/die per 5vv/sett) e esercizi di CS (6.15 h totali)</p> | TIS, FST, BBA, BBS, PASS, TS, BI | <p>6.15 h di esercizi addizionali focalizzati sulla CS producono un miglioramento significativo di equilibrio e cammino che si mantiene nel follow-up a 3 mesi.</p> |
| Park SJ, 2017 | <p>RCT</p> <p>30 partecipanti con anamnesi di ictus N=15 (gruppo sperimentale) N=15 (gruppo di controllo)</p> | <p>Confrontare gli effetti di CST ed esercizi di mobilizzazione della gabbia toracica su funzionalità ed espansione polmonare.</p> <p>Gruppo di controllo: esercizi di mobilizzazione toracica</p> <p>Gruppo sperimentale:</p> | <p>Spirometria per rilevare: FEV1, FVC, FEV1/FVC e PEF; misurazione con metro per rilevare il ROM della gabbia toracica</p> | <p>Si evidenziano miglioramenti significativi in termini di FEV1 e FVC, senza osservare differenze statisticamente significative tra i due gruppi. Una crescita significativa dell'espansione polmonare si registra solo nel gruppo di controllo.</p> |

| | | | | |
|-------------------|--|---|--|---|
| | | <p>esercizi di stabilizzazione della Core</p> <p>Entrambi i protocolli sono svolti 3vv/settimana con durata di 30 minuti, per un mese.</p> | | |
| Haruyama K, 2017 | <p>RCT con cecità del valutatore</p> <p>32 partecipanti con anamnesi di ictus N=16 (gruppo sperimentale) N=16 (gruppo di controllo)</p> | <p>Studiare gli effetti di CST su funzionalità del tronco, equilibrio e mobilità.</p> <p>Gruppo di controllo: riabilitazione convenzionale multidisciplinare post ictus</p> <p>Gruppo sperimentale: riabilitazione convenzionale multidisciplinare post ictus e 20 minuti di esercizi aggiuntivi di CS (5 vv/sett, per un mese)</p> | <p>TIS, pelvic AROM, Brief-BESTest, Functional Reach Test, TUG, FAC</p> | <p>Entrambi i gruppi mostrano miglioramenti significativi in tutte le misure di outcome, tranne nell'equilibrio statico della TIS.</p> <p>L'utilizzo di esercizi specifici di CS risulta più benefico per equilibrio, mobilità e performance del tronco rispetto agli interventi convenzionali.</p> |
| Yoon HS, 2017 | <p>Studio primario sperimentale</p> <p>10 partecipanti N= 5 soggetti sani (gruppo di controllo) N= 5 emiplegici post-ictus (gruppo sperimentale)</p> | <p>Esaminare gli effetti terapeutici di DNS e NDT su attività muscolare, CS e spessore muscolare.</p> <p>Entrambi i gruppi: DNS (con esercizi di stabilizzazione della Core) e NDT per 3 sessioni consecutive da 20 minuti.</p> | <p>EMGs, US, misurazione con PUB</p> | <p>Il gruppo sperimentale ha dimostrato una maggiore attivazione della muscolatura profonda (TrA e OI) durante DNS, piuttosto che con NDT. Non si registra differenza significativa nella modifica dello spessore del TrA e nella pressione esercitata sulla PUB.</p> |
| Friedrich J, 2017 | <p>Studio primario diagnostico</p> | <p>Indagare l'affidabilità inter-esaminatore del Core Score (<i>Single-leg squat, Supine Bridge, Side Bridge e Prone</i>)</p> | <p>Assegnazione di punteggio (0-3) per ogni prova tramite osservazione</p> | <p>Il tempo richiesto per somministrare il protocollo è mediamente di 4 minuti. Il Core Score ha dimostrato moderata affidabilità sui soggetti sani.</p> |

| | | | | |
|--------------------|--|--|--|---|
| | 23 partecipanti (11 uomini + 12 donne) | <i>Bridge</i>) e il tempo necessario alla sua esecuzione. Ogni partecipante è sottoposto in ordine casuale alla valutazione di 3 diversi esaminatori. | | Il <i>Side Bridge</i> è la prova con ICC più elevato ma è definita come la più complessa sia dagli esaminatori che dai pazienti. |
| An SH, 2017 | RCT 38 partecipanti con anamnesi di ictus N=19 (gruppo sperimentale) N=19 (gruppo di controllo) | Esaminare gli effetti di STE su mobilità, equilibrio e controllo del tronco. Gruppo di controllo: esercizi convenzionali per 30min/die, per 5 vv/settimana Gruppo sperimentale: esercizi convenzionali per 30min/die, per 5 vv/settimana ed esercizi addizionali selettivi per il tronco (STE) | TUG, BBS, TIS | I punteggi al TUG sono migliorati significativamente nel gruppo sperimentale rispetto al controllo, così come quelli alla BBS e gli score alle componenti dinamiche e di coordinazione della TIS. Si registrano effetti positivi anche su mobilità e coordinazione degli arti. |
| Juan-Recio C, 2018 | Studio primario diagnostico 27 partecipanti di sesso maschile | Indagare l'affidabilità e la relazione di misurazioni della forza/resistenza con dinamometri, BST e FRT. Tutti i partecipanti hanno eseguito i test due volte (in 4 sessioni distanziate di un mese). | Misurazione forza/resistenza, BST, FRT | Tutti i test hanno dimostrato buona coerenza rispetto agli studi precedentemente condotti, individuando una moderata affidabilità relativa dei protocolli. Non si sono rilevate correlazioni tra le diverse prove, sottolineando l'importanza di scegliere l'adeguata metodica di valutazione in base alla situazione. |
| Lee NG, 2018 | RCT con cecità dei candidati 28 partecipanti con anamnesi di ictus N=14 (gruppo sperimentale) | Confrontare gli effetti di esercizi convenzionali di CS e DNS su APAs. Gruppo di controllo: esercizi di CS convenzionali Gruppo sperimentale: DNS | EMGs, TIS, BBS, FES | DNS ha effetti positivi sull'equilibrio, producendo un miglioramento più marcato a livello di APAs e riduzione della paura di cadere in soggetti emiplegici rispetto agli esercizi convenzionali (che mostrano comunque effetto positivo sulle misure di outcome). |

| | | | | |
|----------------------|--|---|---|---|
| | N=14 (gruppo di controllo) | Entrambi i protocolli sono somministrati in 20 sessioni da 30 minuti/die con cadenza di 5 volte a settimana. | | |
| Lopez-Plaza D, 2018 | Studio primario diagnostico 27 partecipanti di sesso maschile | Analizzare l'affidabilità assoluta e relativa di SEBT, SEST e SETT. I test sono somministrati in due diverse sessioni ad un mese di distanza. | Misurazioni antropometriche, massima distanza raggiunta durante SEBT (normalizzata per la lunghezza di AAIL), SEST e SETT in ogni direzione | Lo studio conferma l'affidabilità del SEBT e promuove l'utilizzo di SEST e SETT (i cui risultati non correlano con il SEBT perché è minimizzata l'influenza degli arti inferiori). Sono protocolli semplici da usare ed economici che richiedono, però, un tempo di familiarizzazione ampio (>30 secondi) e non sono adatti a chi manifesta problematiche a livello di anca/rachide o disabilità. |
| Vera-Garcia FJ, 2019 | Studio primario diagnostico 33 partecipanti di sesso maschile | Analizzare la relazione tra: SLT, SUST, BST, TPCST, DLLT e indagare la loro affidabilità. I candidati partecipano a 4 sessioni (a distanza di 1 mese) durante le quali ogni test è eseguito due volte. Durante le prime due sessioni sono eseguiti SLT e SUST, nelle successive TPCST, DLLT e BST. | Valutazione della performance al singolo test ad opera di uno o più esaminatori | Hanno mostrato buona affidabilità: la variazione dell'angolo al SLT, i compiti motori instabili del SUST e l'intervallo temporale del BST. L'assenza di correlazioni tra le prove suggerisce che la misurazione della CS non è generalizzabile e che la risposta cinetica/cinematica varia a seconda della direzione considerata. |
| De Blaiser C, 2019 | Studio primario diagnostico 60 partecipanti N=30 (per LSDT) N=30 (per LPRT) | Indagare l'affidabilità intra/inter-esaminatore di LSDT e LPRT tramite analisi video della performance. | Items specifici per LSDT (3) e LPRT (4), analizzati mediante video-registrazione | Dall'indagine il LSDT risulta una prova affidabile nella sua forma attuale e per questo applicabile al contesto clinico, diversamente non è consigliato l'uso del LPRT. |

| | | | | |
|---------------------|---|---|--|--|
| Bhanot K, 2019 | Studio primario diagnostico 22 partecipanti (11 uomini + 11 donne) | Determinare mediante EMGs l'attivazione dei muscoli del tronco e dell'anca durante SEBT in 8 direzioni. | EMGs (per attivazione muscolare di ES, OE, RA, MG, GG) | È rilevante per la pratica clinica sottolineare che il pattern di attivazione muscolare varia in base alla direzione di esecuzione del test, per cui tutte le direzioni devono essere sfruttate sia per la valutazione che per il trattamento. |
| Nakai Y, 2019 | Studio primario sperimentale (<i>one sample</i>) 20 partecipanti di sesso maschile | Identificare l'attivazione muscolare durante esercizi di stabilizzazione del tronco con rotazione isometrica dell'anca, confrontandoli con AC e ASLR. | EMGs (per attivazione muscolare di RA, OI, OE e MF) e US (per spessore di OI, OE, TrA) | Gli esercizi di stabilizzazione del tronco indagati sono più sicuri e efficaci rispetto a AC e ASLR, garantendo un'attivazione più coordinata di OE, OI, TrA e MF. |
| Chen X, 2020 | RCT 180 partecipanti con anamnesi di ictus N=90 (gruppo sperimentale) N=90 (gruppo di controllo) | Valutare gli effetti di CST su equilibrio, capacità deambulatoria e spessore della muscolatura addominale in pazienti emiplegici. Gruppo di controllo: trattamento convenzionale Gruppo sperimentale: trattamento convenzionale e training per i muscoli della Core | BBS, FMA, velocità del cammino, US | Si evidenzia un miglioramento significativo dei punteggi relativi a equilibrio e deambulazione nel gruppo sperimentale, probabilmente conseguenti ad un aumentato spessore del TrA. |
| Karthikbabu S, 2020 | Studio primario cross-sectional 177 partecipanti con anamnesi di ictus (110 uomini + 67 donne) | Esaminare la relazione tra controllo del tronco, forza dei muscoli della CS e percezione soggettiva di equilibrio in candidati emiplegici post-ictus con preservata buona partecipazione sociale. | TIS, forza muscolare mediante dinamometro e scala specifica per la percezione soggettiva di equilibrio nelle ADL | Emerge significativa correlazione tra controllo del tronco, forza muscolare e percezione di equilibrio nei soggetti emiplegici. |

7.2. **Allegato 2:** Tabella sinottica per studi secondari

| STUDIO: | TIPOLOGIA DI STUDIO e CAMPIONE: | OBIETTIVI: | SCALE DI VALUTAZIONE E OUTCOMES: | RISULTATI/CONCLUSIONE: |
|-----------------------------|--|--|---|---|
| Bergmark A, 1989 | Opinione dell'esperto (Studio di ingegneria meccanica) | Esporre informazioni relative a: struttura della colonna vertebrale, componenti passive/attive e modello meccanico per la stabilità. | | La muscolatura che agisce sulla colonna vertebrale è così classificabile: sistema globale (componente muscolare e pressione intra-addominale) e sistema locale (muscoli che hanno origine/inserzione sulle vertebre). |
| Panjabi MM, 1992 (parte I) | Opinione dell'esperto | Definire il sistema di stabilizzazione spinale: composizione, funzionamento fisiologico e alterazioni. | | Il sistema di stabilizzazione spinale è composto da: sistema passivo, attivo e di controllo neurale. Una disfunzione a livello di uno di questi sistemi può essere vicariata dagli altri, ma se particolarmente marcata determina l'insorgenza di problematiche con conseguente comparsa di anomali pattern di reclutamento muscolare. |
| Panjabi MM, 1992 (parte II) | Opinione dell'esperto | Definizione del concetto di "zona neutra" e di "instabilità clinica". | | La zona neutra è la regione di movimento intervertebrale attorno alla posizione neutra, per la quale è necessaria minima resistenza interna. L'instabilità è una riduzione significativa della capacità del sistema di stabilizzazione spinale di mantenere la zona neutra intervertebrale così da non produrre disfunzioni neurologiche, deformità o dolore. |

| | | | | |
|-----------------------------|-------------------|--|---|--|
| Barr KP, 2005 (parte I) | RN | Esporre le teorie relative alla stabilizzazione lombare ed evidenziare l'abilità dell'esercizio specifico di influenzare la CS mediante opportuni outcomes clinici. | Attivazione muscolare, propriocezione, equilibrio e postura | Si evidenzia l'efficacia degli esercizi di stabilizzazione su pazienti che hanno deficit a livello di CS, sottolineando che lavorare con piccoli carichi rende l'esercizio più tollerabile e riduce il rischio di danni. |
| Barr KP, 2007 (parte II) | RN | Riportare le evidenze relative alla valutazione della CS, sottolineando l'importanza di anamnesi ed esame fisico, per individuare quali soggetti necessitano di un trattamento rivolto alla stabilizzazione (con conseguenti indicazioni sulla somministrazione dell'esercizio). | Esame fisico: postura, ROM, mobilità spinale passiva e attiva, forza muscolare, resistenza, equilibrio | I trattamenti rivolti alla stabilizzazione hanno dimostrato effetti di riduzione del dolore e miglioramento della funzione nei soggetti studiati. L'utilizzo dell'esame fisico potrebbe aiutare i clinici ad individuare i pazienti da sottoporre a queste tipologie di protocolli riabilitativi. |
| Verheyden G, 2007 | RS 32 articoli | Presentare le principali scale cliniche utilizzate per valutare la performance del tronco post-ictus. | Sitting Balance Scale for Hemiplegia, RMAB, MAS, CMSA, PASS, SIAS, TIS, TCT | Le scale affidabili disponibili oggi per valutare la performance del tronco dopo ictus sono TCT e TIS. |
| Borghuis J, 2008 | RN | Presentare le definizioni di CS e la muscolatura coinvolta con relativa classificazione. Sottolineare l'importanza del controllo sensorio-motorio per il mantenimento della stabilità. Riportare le evidenze relative alla misurazione della CS e ai training ad essa rivolti. | EMGs, osservazione della postura, US, SCST, piattaforma di stabilità, performance di equilibrio da seduto, propriocezione | La co-contrazione dei muscoli del tronco è fondamentale per il mantenimento della stabilità. Per allenare la CS, un cui deficit correla con aumentato rischio di danni strutturali e infortuni, è necessario inserire esercizi che stimolino la propriocezione con richieste funzionali crescenti. Nell'ambito della valutazione sono necessari ulteriori studi: per ora si può affermare che l'utilizzo dell'EMGs è eccessivamente costoso. |

| | | | | |
|------------------------|---|---|--|---|
| Akuthota V, 2008 | RN | Descrivere l'anatomia della CS (in riferimento al modello di Panjabi), esporre le evidenze relative alla sua misurazione e le strategie utili a identificare i soggetti bisognosi di un CST con relative proposte per la costruzione di un programma riabilitativo. | PIT | La CS è utile nel trattamento e nella prevenzione di problematiche muscoloscheletriche, in particolare nei pazienti che soffrono di LBP. Il PIT rappresenta una prova clinica utile a valutare l'instabilità spinale, di facile esecuzione ed estrema rapidità. |
| Cabanas-Valdes R, 2013 | RS 11 RCT (campione totale n=317 soggetti) | Stabilire se TTE determina miglioramenti più evidenti nella performance del tronco e nell'equilibrio in pazienti con storia di ictus in fase sub-acuta o cronica rispetto ai trattamenti riabilitativi convenzionali. | TIS, BBS, BBA, TS, test di Romberg, FTBS, FAC, DGI, BI, RMAB, SS-QOL | Si registra moderata evidenza che il TTE, in combinazione con il protocollo standard, determina miglioramenti nella performance del tronco e nell'equilibrio. Può essere, dunque, inserito nella riabilitazione post-ictus sia in fase post-acuta che cronica. |
| Van Criekinge T, 2019 | RS-MA 22 articoli (campione totale n=778 soggetti) | Valutare l'efficacia di esercizi specifici su controllo del tronco, equilibrio e mobilità dopo ictus. Il protocollo analizzato comprende: CST, attività di reaching, esercizi di spostamento del peso e facilitazioni neuromuscolari propriocettive. | TIS, BBS, TS, FTBS, BBA, Test di Romberg, PASS, Brief-BEST Test | Il training rivolto al tronco dopo ictus, sia in fase sub-acuta che cronica, ha effetti positivi su controllo del tronco, equilibrio e mobilità. |

Legenda sigle utilizzate nelle tabelle sinottiche (in ordine alfabetico):

AAl: Arti Inferiori, AC: Abdominal Crunch, ADL: Activities of Daily Living, AFT: Abdominal Fatigue Test, APAs: Anticipatory Postural Adjustments, AROM: Active Range of Motion, ASLR: Active Straight Leg Raise, BBA: Brunel Balance Assessment, BBS: Berg Balance Scale, BI: Barthel Index, Brief-BESTest: Balance Evaluation Systems Test-brief version, BST: Biering Sorensen Test, CMSA: Chedoke-McMaster Stroke Assessment, CS: Core Stability, CST: Core Stability Training, DGI: Dynamic Gait Index, DLLT: Double Leg Lowering Test, DNS: Dynamic Neuromuscular Stabilization, EMGs: Elettromiografia di superficie, ES: Erettore Spinale, FAC: Functional Ambulation Category, FAPT: Front Abdominal Power Test, FES: Falls Efficacy Scale, FEV1: Volume Espiratorio massimo in 1 secondo, FEV1/FVC: Indice di Tiffenau, FIM: Functional Independence Measure, FMA: Fugl-Meyer Motor Assessment Scale, FRT: Flexion-Rotation Trunk Test, FST: Function in Sitting Test, FTBS: Four Test Balance Scale, FVC: Capacità Vitale Forzata, GG: Grande Gluteo, LBP: Low Back Pain, LLS: Ligamentous Laxity Scale, LPRT: Lumbopelvic Position-Reposition Test, LSDT: Later Step Down Test, MA: Meta-Analisi, MAS: Motor Assessment Scale, MBI: Modified Barthel Index, MF: Multifido, MG: Medio Gluteo, NDT: Neurodevelopmental Treatment, OE: Obliquo Esterno, OI: Obliquo Interno, PASS: Postural Assessment Scale for Stroke, PEF: Flusso Espiratorio di Punta, PIT: Prone Instability Test, PPT: Prone Plank Test, PST: Posterior Shear Test, PUB: Pressure Biofeedback Unit, RA: Retto dell'Addome, RCT: Trial Clinico Randomizzato e Controllato, RMAB: Rivermead Motor Assessment Battery, RN: Revisione Narrativa, RS: Revisione Sistemica, SAPT: Side Abdominal Power Test, SCST: Sahrman Core Stability Test, SEBT: Star Excursion Balance Test, SEST: Star Excursion Sitting Test, SETT: Star Excursion Timing Test, SIAS: Stroke Impairment Assessment Set, SLT: Sudden Loading/Unloading Test, SO: Soleo, SPT: Side Plank Test, SS-QOL: Stroke Specific Quality of Life Questionnaire, STE: Selective Trunk Exercise, SUST: Stable/Unstable Sitting Test, TCT: Trunk Control Test, TIS: Trunk Impairment Scale, TPCST: Three Plane Core Strength Test, TrA: Trasverso dell'Addome, TS: Tinetti Scale, TST: Trunk Stability Test, TTE: Trunk Training Exercise, TUG: Timed Up and Go Test, UHBE: Unilateral Hip Bridge Test, US: Ultrasonografia, YBT: Y-Balance Test

7.3. Allegato 3: Trunk Impairment Scale

| Item | | | |
|--------------------------------|--|--|--|
| Static sitting balance | | | |
| 1 | Starting position | Patient falls or cannot maintain starting position for 10 seconds without arm support Patient can maintain starting position for 10 seconds If score = 0, then TIS total score = 0 | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 2 |
| 2 | Starting position Therapist crosses the unaffected leg over the hemiplegic leg | Patient falls or cannot maintain sitting position for 10 seconds without arm support Patient can maintain sitting position for 10 seconds | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 2 |
| 3 | Starting position Patient crosses the unaffected leg over the hemiplegic leg | Patient falls Patient cannot cross the legs without arm support on bed or table Patient crosses the legs but displaces the trunk more than 10 cm backwards or assists crossing with the hand Patient crosses the legs without trunk displacement or assistance | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 |
| Total static sitting balance | | | /7 |
| Dynamic sitting balance | | | |
| 1 | Starting position Patient is instructed to touch the bed or table with the hemiplegic elbow (by shortening the hemiplegic side and lengthening the unaffected side) and return to the starting position | Patient falls, needs support from an upper extremity or the elbow Patient does not touch the bed or table Patient moves actively without help, elbow touches bed or table If score = 0, then items 2 and 3 score 0 | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 |
| 2 | Repeat item 1 | Patient demonstrates no or opposite shortening/lengthening Patient demonstrates appropriate shortening/lengthening If score = 0, then item 3 scores 0 | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 |
| 3 | Repeat item 1 | Patient compensates. Possible compensations are: (1) use of upper extremity, (2) contralateral hip abduction, (3) hip flexion (if elbow touches bed or table further than proximal half of femur), (4) knee flexion, (5) sliding of the feet Patient moves without compensation | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 |
| 4 | Starting position Patient is instructed to touch the bed or table with the unaffected elbow (by shortening the unaffected side and lengthening the hemiplegic side) and return to the starting position | Patient falls, needs support from an upper extremity or the elbow Patient does not touch the bed or table Patient moves actively without help, elbow touches bed or table If score = 0, then items 5 and 6 score 0 | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 |
| 5 | Repeat item 4 | Patient demonstrates no or opposite shortening/lengthening Patient demonstrates appropriate shortening/lengthening If score = 0, then item 6 scores 0 | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 |

| Item | | | |
|------------------------------|--|--|--|
| 6 | Repeat item 4 | Patient compensates. Possible compensations are: (1) use of upper extremity, (2) contralateral hip abduction, (3) hip flexion (if elbow touches bed or table further than proximal half of femur), (4) knee flexion, (5) sliding of the feet Patient moves without compensation | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 |
| 7 | Starting position Patient is instructed to lift pelvis from bed or table at the hemiplegic side (by shortening the hemiplegic side and lengthening the unaffected side) and return to the starting position | Patient demonstrates no or opposite shortening/lengthening Patient demonstrates appropriate shortening/lengthening If score = 0, then item 8 scores 0 | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 |
| 8 | Repeat item 7 | Patient compensates. Possible compensations are: (1) use of upper extremity, (2) pushing off with the ipsilateral foot (heel loses contact with the floor) Patient moves without compensation | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 |
| 9 | Starting position Patient is instructed to lift pelvis from bed or table at the unaffected side (by shortening the unaffected side and lengthening the hemiplegic side) and return to the starting position | Patient demonstrates no or opposite shortening/lengthening Patient demonstrates appropriate shortening/lengthening If score = 0, then item 10 scores 0 | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 |
| 10 | Repeat item 9 | Patient compensates. Possible compensations are: (1) use of upper extremities, (2) pushing off with the ipsilateral foot (heel loses contact with the floor) Patient moves without compensation Total dynamic sitting balance | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 /10 |
| Co-ordination | | | |
| 1 | Starting position Patient is instructed to rotate upper trunk 6 times (every shoulder should be moved forward 3 times), first side that moves must be hemiplegic side, head should be fixated in starting position | Hemiplegic side is not moved three times Rotation is asymmetrical Rotation is symmetrical If score = 0, then item 2 scores 0 | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 |
| 2 | Repeat item 1 within 6 seconds | Rotation is asymmetrical Rotation is symmetrical | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 |
| 3 | Starting position Patient is instructed to rotate lower trunk 6 times (every knee should be moved forward 3 times), first side that moves must be hemiplegic side, upper trunk should be fixated in starting position | Hemiplegic side is not moved three times Rotation is asymmetrical Rotation is symmetrical If score = 0, then item 4 scores 0 | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 |
| 4 | Repeat item 3 within 6 seconds | Rotation is asymmetrical Rotation is symmetrical Total co-ordination | <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 /6 |
| Total Trunk Impairment Scale | | | /23 |

7.4. Allegato 4: Trunk Control Test

| TEST | INGRESSO | DIMISSIONE | FOLLOW-UP |
|---|----------|------------|-----------|
| 1. Girarsi sul lato malato | | | |
| 2. Girarsi sul lato sano | | | |
| 3. Passaggio da supino a seduto | | | |
| 4. Equilibrio da seduto (sul bordo del letto) | | | |
| <i>totale</i> | | | |

Punteggio

- 0. il pz necessita dell'aiuto di un assistente (anche minimo contatto fisico) per eseguire quanto richiesto
- 12. il pz è in grado di effettuare il movimento richiesto soltanto aggrappandosi a sponde, trapezi, persone
- 25. il pz effettua il movimento in maniera normale

Punteggio del tronco: (1)+(2)+(3)+(4)

