

Il modello NAME (Neonatal Assessment Manual Score) per assegnare un punteggio al neonato tramite la valutazione manuale: è possibile trovare spazio per una nuova valutazione strutturata, basata sul tocco, nelle unità di terapia intensiva neonatale?

Neonatal Assessment Manual Score: Is There a Role of a Novel, Structured Touch-Based Evaluation in Neonatal Intensive Care Unit?

Link all'articolo originale: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fped.2020.00432/full>

Traduzione a cura di: Traduzione di Silvia Clara Tuscano

Autori:

Andrea Manzotti^{1,2,3}, Francesco Cerritelli^{1}, Marco Chiera¹, Erica Lombardi^{1,3}, Simona La Rocca^{1,3}, Pamela Biasi^{1,3}, Matteo Galli^{1,3}, Jorge Esteves^{4,5} and Gianluca Lista²*

- ¹Laboratorio RAISE, Fondazione COME Collaboration, Pescara, Italy
 - ²Divisione di Neonatologia, "V. Buzzi" Ospedale Pediatrico, ASST-FBF-Sacco, Milano, Italia
 - ³Dipartimento di ricerca, SOMA, Istituto Osteopatia Milano, Milano, Italia
 - ⁴Gulf National Center, Fondazione COME Collaboration, Riyadh, Arabia Saudita
 - ⁵Dipartimento di ricerca, University College of Osteopathy, Londra, Regno Unito
- * Indirizzare la corrispondenza a: fcerritelli@comecollaboration.org

Giornale: Frontiers in Pediatrics - Neonatology

Abstract:

Nonostante il monitoraggio dei neonati pretermine nelle unità di terapia intensiva neonatale sia migliorato grazie ai progressi della tecnologia, nel reparto neonatale l'assistenza standard rimane basata soprattutto su procedure manuali. Benché le procedure cliniche manuali svolgano un ruolo fondamentale in neonatologia, finora è stata prestata scarsa attenzione alla palpazione come strumento di valutazione clinica. La palpazione è uno strumento di valutazione clinica che sfrutta principalmente i sensi del tatto e della proprioccezione. Facendo riferimento a recenti studi concernenti il ruolo e l'efficacia clinica del tocco sui neonati, sia a termine che pretermine, il presente articolo propone una procedura valutativa basata sul tocco - denominata Neonatal Assessment Manual Score (modello NAME) - che potrebbe dimostrarsi utile nel reparto neonatale e ne descrive il razionale. L'operatore applica delicate e lievi pressioni sul corpo del bambino. In sostanza, il tocco stimola le fibre afferenti a bassa soglia che potrebbero influire sulla rete cerebrale interocettiva e sul sistema neurovegetativo, modificando così il flusso sanguigno e il ritmo respiratorio. Questi fattori potrebbero

cambiare il modo in cui i fluidi corporei si distribuiscono tra i segmenti corporei e quindi modificare il volume corporeo. La modifica del volume può essere percepita manualmente, grazie alla percezione aptica legata all'elevata sensibilità delle dita. Sulla base delle condizioni cliniche e dello stadio di sviluppo, i neonati rispondono in modo diverso alle pressioni applicate. Valutando la risposta del bambino, l'operatore attribuisce il punteggio di "Bad", "Marginal" o "Good" per comunicare agli altri operatori, in maniera rapida e chiara, le condizioni del neonato. Poiché il modello NAME è destinato a tutti gli operatori che hanno familiarità con le procedure basate sul tocco, nel caso in cui studi futuri ne confermassero la validità e l'affidabilità nella pratica clinica, il modello NAME potrebbe entrare a far parte delle cure standard del reparto neonatale, migliorando la valutazione e la gestione del neonato anche durante le emergenze.

Articolo

INTRODUZIONE

Negli ultimi decenni, il numero di neonati ricoverati nelle terapie intensive neonatali (TIN) risulta in costante aumento (1,2). Diverse analisi hanno evidenziato come più della metà dei bambini ricoverati siano a termine e abbiano un appropriato peso alla nascita (1,2). Infatti, anche i neonati a termine possono subire gli effetti negativi legati allo stress materno e alle complicanze del travaglio (3,4). Nei primi giorni di vita, i neonati possono soffrire di diverse patologie (p. es., sepsi a esordio precoce, insufficienza respiratoria ed encefalopatia ipossico-ischemica) o andare incontro a complicanze che richiedono una valutazione professionale per prevenire esiti avversi (2). Tra i problemi che determinano il ricovero di un neonato nella TIN vi è il basso peso alla nascita e, in particolare, vi svolge un ruolo cruciale la nascita pretermine (1,2).

La prematurità ha un impatto globale in tutto il mondo, infatti un bambino su 10 nasce prima del termine e una percentuale compresa fra uno e tre su 100 nasce prima della 32a settimana di gestazione (5,6). La prematurità comporta numerosi esiti avversi, tanto a breve termine (p. es. sindrome da insufficienza respiratoria, sepsi, enterocolite necrotizzante, insufficienza cardiovascolare, emorragia intraventricolare e leucomalacia periventricolare) quanto a lungo termine (p. es. displasia broncopolmonare, ritardo dello sviluppo neurologico, crescita ridotta e menomazioni dell'udito e della vista) (6). I neonatologi devono monitorare attentamente lo sviluppo psicofisico dei bambini pretermine per ridurre il rischio di queste conseguenze e per mettere a punto piani terapeutici che rispettino la crescita fisiologica e mirino a migliorare la salute dei neonati (7,8).

Nonostante i progressi tecnologici dell'ultimo decennio, il monitoraggio dei neonati prematuri nelle TIN è ancora principalmente affidato a procedure manuali come il cambio del pannolino o l'esecuzione dei prelievi nei talloni. È stato calcolato che, per ciascun giorno di ricovero, ogni neonato viene manipolato fisicamente dagli infermieri e dai medici più di 100 volte (9). Tuttavia, questi contatti hanno uno scopo specifico: eseguire procedure sanitarie come l'alimentazione, la pesatura, l'applicazione di sondini nasogastrici, il cambio del pannolino, la somministrazione di iniezioni venose e le procedure di cure palliative, nonché la gestione delle emergenze (p. es., intubazione tracheale o inserimento di nasocannule in caso di insufficienza respiratoria). Ogni procedura viene acquisita tramite una formazione specifica finalizzata a migliorarne l'esecuzione tecnica (10), tuttavia spesso si trascura l'uso del tocco. È interessante notare che, in questo contesto, non sono previste modalità specifiche per il tocco, e ciò significa che si presta un'attenzione scarsa o nulla a come toccare e a come il tocco possa influire sui neonati. Il modo in cui gli operatori delle TIN toccano i neonati è stato tradizionalmente considerato da molti autori come irrilevante (11).

Diversi gruppi di ricerca hanno iniziato a studiare il ruolo del tocco e il modo in cui il tocco viene elaborato dai neonati, sia a termine che pretermine. I primi studi sul tocco esploravano l'effetto del tocco associato a specifiche procedure. Ad esempio, il cambio del pannolino, una tipica procedura routinaria, può indurre comportamenti associati al dolore nei neonati pretermine, come l'aumento di comportamenti riflessi (p. es. evitamento) dopo le stimolazioni tattili (12, 13). Questo tocco può indurre uno stress analogo a quello delle procedure invasive (p. es., prelievi dal tallone e iniezioni endovenose) e rendere le successive procedure invasive più dolorose per i neonati prematuri, soprattutto se instabili (13, 14). Infatti, lo sviluppo e le condizioni del sistema nervoso (a partire dalle condizioni di sensitizzazione periferica e centrale fino a specifiche patologie) possono influire notevolmente sul modo in cui neonati e bambini percepiscono il tocco e gli altri stimoli (13, 14). Tuttavia, uno sguardo più approfondito al tipo di tocco usato ha mostrato che queste studi applicavano la cosiddetta clustered care - raggruppare insieme diverse procedure di routine, che comprendevano il cambio del pannolino, la misura della circonferenza addominale, la misura della temperatura corporea e la pulizia della bocca o del naso del neonato (13, 14). Anche se messa punto

allo scopo di ridurre gli episodi stressanti nell'arco della giornata, la clustered care provocava un aumento dell'espressione motoria, incoraggiando l'estensione delle braccia e delle gambe, l'apertura delle dita, la postura ad aereo (braccia estese lateralmente), l'impossibilità di appoggiare i piedi se sollevato (sitting on air) e il saluto (estensione delle braccia a mezz'aria anteriormente); secondo il modello NIDCAP® (Newborn Individualized Developmental Care and Assessment Program), sviluppato principalmente per la terapia dei neonati pretermine, questi movimenti sono importanti segnali di stress (13, 14).

Ciò non toglie che altri studi abbiano mostrato gli effetti positivi della clustered care nei neonati pretermine stabili. Questi risultati contraddittori potrebbero essere attribuiti alla scarsa attenzione verso la corretta manipolazione dei neonati prematuri (13, 14). In ogni modo, non è facile distinguere con precisione l'effetto del tocco da quello delle altre procedure.

Studi recenti hanno dimostrato che un tocco più strutturato, applicato secondo un modello prestabilito, potrebbe indurre effetti positivi sulle condizioni di salute dei neonati. L'accarezzamento (stroking) delicato può attenuare l'attività cerebrale evocata durante le procedure dolorose, abbassare la frequenza cardiaca (FC), aumentare la saturazione di ossigeno (SpO2) e l'aritmia sinusale respiratoria (un indice del tono vagale) e ridurre il tempo del pianto (15-18). Uno studio controllato randomizzato ha rilevato che nei primi 4 minuti dopo la nascita, lo sfregamento delicato del dorso o delle piante dei piedi per 10 secondi, alternato a 10 secondi di riposo, aumentava significativamente l'ossigenazione nei neonati pretermine nati tra le 27 e le 32 settimane di età gestazionale, migliorando la respirazione spontanea e quindi la quantità di aria respirata al minuto (19).

In sintesi, il tocco delicato induce uno stato positivo e rilassato nei neonati. Pertanto, sono stati proposti diversi tipi di "tocco positivo", come il "tocco gentile": per esempio, il posizionamento di una mano sulla testa e un'altra sull'addome (16); il tocco e l'accarezzamento da parte dei genitori (17); il tocco dinamico o affettivo (18); il trattamento manipolativo osteopatico (20); la kangaroo care (21), oltre che l'avvolgimento con lenzuoli/copertine, il cullare, il tenere in braccio, la fasciatura e il tocco simile a un massaggio (11). Tutti questi tipi di tocco consistono in accarezzamenti o pressioni lente e delicate, allo scopo di promuovere la salute e la crescita dei neonati prematuri.

Sebbene le evidenze a favore delle procedure basate sul tocco in neonatologia, specialmente nel contesto delle TIN, siano ancora scarse, stanno emergendo i primi risultati sugli esiti clinici associati al tocco positivo. Resta fermo che tutti gli studi focalizzano l'attenzione sull'uso del tocco come procedura "terapeutica". Mancano ricerche sull'uso del tocco come strumento di valutazione del neonato per ottenere informazioni cliniche indispensabili, e ciò potrebbe portare a migliorare i piani delle terapie quotidiane del neonato. Il personale delle TIN può avvalersi di diversi metodi di valutazione per ottenere informazioni riguardo allo sviluppo, alla crescita e al funzionamento neurocomportamentale del neonato. Alcune delle procedure di valutazione più valide e affidabili sono il Pain Assessment Tool modificato (22), il Test of Infant Motor Performance (23), l'Alberta Infant Motor Scale (24), la Neonatal Behavioral Assessment Scale (25) e l'Assessment of Preterm Infants' Behavior (26). Uno studio approfondito di questi metodi ha permesso di notare che talvolta ricorrono al tocco, ma solo per valutare il tono muscolare in caso di dolore o comportamenti specifici (p. es., la capacità del neonato di esercitare il controllo motorio o di consolarsi da solo). Inoltre, questi strumenti si basano principalmente su osservazioni visive, la cui oggettività potrebbe essere migliorata utilizzando un metodo di quantificazione più diretto.

Nonostante il numero di metodi di valutazione utilizzati in neonatologia, nessuno suggerisce una valutazione strutturata basata sul tocco. Al fine di colmare questa lacuna, il presente lavoro propone una procedura manuale per la valutazione dei neonati, anche durante il ricovero nelle TIN, e ne discute il razionale.

IL MODELLO NAME (NEONATAL ASSESSMENT MANUAL SCORE) PER ASSEGNARE UN PUNTEGGIO AL NEONATO TRAMITE LA VALUTAZIONE MANUALE

Generalità sul Modello NAME

Il modello NAME (Neonatal Assessment Manual Score) è stato sviluppato per consentire la valutazione manuale del neonato, anche prematuro, nell'ambiente delle TIN. Questo strumento di valutazione clinica è rivolto a tutti i terapeuti manuali (osteopati, fisioterapisti o chiropratici) e agli operatori delle TIN (infermieri e medici) che utilizzano procedure manuali durante le terapie routinarie.

Il modello NAME è uno strumento di valutazione che usa la palpazione manuale basata sul tocco per ottenere due punteggi/indici: (1) categorico, con tre livelli ("Bad", "Marginal" e "Good") e (2) numerico, su una scala Likert da 1 a 9, dove 1-3 corrisponde a Bad, 4-6 a Marginal e 7-9 a Good (vedi Figura 1). Il punteggio categorico è il punteggio principale del modello NAME - si tratta di un indice rapido e accurato per comunicare le condizioni del bambino a diversi operatori. La classificazione categorica è particolarmente utile durante la gestione delle emergenze, quando una comunicazione rapida ed efficiente si rivela fondamentale. Il punteggio numerico consente agli operatori di monitorare efficacemente l'evoluzione delle condizioni del neonato durante il ricovero, definendo meglio le condizioni di salute del neonato per ogni categoria prevista dal modello NAME, utilizzando tre sottolivelli numerici.

Il modello NAME si basa su una valutazione manuale della risposta data dal neonato a uno stressore esterno come il tocco statico. In particolare, l'operatore valuta come il bambino reagisce a delicati stimoli sensoriali meccanici applicati su diverse regioni corporee. L'operatore valuta due parametri: (a) la compliance, cioè se il volume del corpo cambia in conseguenza degli stimoli meccanici applicati (pressione e distensione); e (b) l'omogeneità, cioè se i tessuti del corpo del neonato si adattano agli stimoli meccanici in modo uniforme in tutto il corpo - si rimanda ai paragrafi seguenti per una spiegazione più dettagliata. Il tempo stimato per eseguire il NAME è di circa 90 s.

Descrizione del Modello NAME

La procedura NAME viene utilizzata all'interno della TIN, avvicinandosi ai neonati senza prelevarli dalle incubatrici o dalle culle scoperte. La valutazione può essere eseguita in qualsiasi momento durante il giorno quando il bambino è in uno stato tranquillo e calmo; poiché richiede un esiguo dispendio di tempo, può essere eseguita regolarmente in occasione di ogni visita medica.

L'operatore pone entrambe le mani sul bambino - con una mano tocca, cioè palpa, la regione cranica con tutto il palmo, mentre con l'altra tocca la cresta sacrale usando le falangi prossimali (vedi Figura 2). Se questo approccio non è fattibile, l'operatore pone le mani su due regioni corporee opposte, in modo che il corpo del neonato si trovi interposto tra di esse. L'operatore induce stimoli meccanici precisi, descritti più avanti, e poi si concentra sull'interpretazione dei segnali sensoriali percepiti principalmente tramite il proprio sistema aptico, ovvero il tatto e la propriocezione. Questa interpretazione si concentra principalmente sulla modalità di reazione del corpo del neonato agli stimoli meccanici, in particolare sulle variazioni nella morbidezza dei tessuti.

La procedura NAME prevede due fasi.

La prima fase di valutazione dura ~10 secondi e valuta la compliance generale del bambino. L'operatore applica una leggera pressione con entrambe le mani e poi la rilascia. L'operatore si concentra sulla percezione della resistenza, determinata in termini di morbidezza o rigidità, ovvero sulla modalità con cui la totalità del corpo del neonato risponde alla pressione manuale.

La seconda fase di valutazione dura ~80 secondi e valuta l'omogeneità del bambino, ovvero verifica se i tessuti del neonato presentano la stessa morbidezza in tutto il corpo. Usando il palmo e le falangi di entrambe le mani, l'operatore applica una lieve pressione come nel caso precedente, questavolta concentrandosi sull'interpretazione dei cambiamenti nella morbidezza dei tessuti del corpo del neonato. Durante questa fase, l'operatore può identificare aree del corpo che reagiscono in modo diverso tra loro, cioè regioni dove il tessuto presenta una morbidezza diversa. Queste aree possono definire le regioni di interesse (ROI, regions of interest) che potrebbero essere correlate alle condizioni cliniche del neonato.

Dopo le due fasi di valutazione, l'operatore assegna un punteggio che corrisponde alle risposte del neonato al test (vedi Figura 1).

L'operatore necessita di una formazione specifica per essere in grado di applicare correttamente la

procedura manuale descritta. Una formazione preliminare dello stesso tipo è stata effettuata in due studi precedenti, dove la procedura NAME veniva utilizzata come fase di valutazione da operatori con più di 5 anni di esperienza nelle TIN (18, 27).

Razionale per lo sviluppo del modello NAME

Come molte altre procedure di terapia routinaria, anche il modello NAME è uno strumento di valutazione clinica basato sulla palpazione, pertanto di avvale del tocco e della pressione manuale. Tuttavia, in letteratura mancano studi che discutano quale sia lo specifico tipo di tocco da utilizzare e come sia possibile che il tocco delicato induca cambiamenti nei tessuti del corpo del bambino. Inoltre, è necessario discutere criticamente se e come l'operatore possa percepire con le mani questi cambiamenti fisiologici.

Sistemi afferenti ed elaborazione centrale

Il sistema nervoso è in grado di rilevare gli stimoli tattili grazie a diversi meccano-recettori cutanei che convogliano tali stimoli nel midollo spinale e nel cervello. Mentre la discriminazione sensoriale nel cervello viene veicolata tramite il sistema discriminativo/sensoriale o sistema A, la valutazione delle qualità affettive/emozionali viene trasmessa dal sistema affettivo/omeostatico, o sistema B (28, 29).

Il sistema A (lamine III-V del midollo spinale, talamo e corteccia somatosensoriale primaria) riconosce le caratteristiche sensoriali degli stimoli meccanici. Si basa sulle fibre afferenti di tipo A β a conduzione veloce e intensamente mielinizzate, che innervano diversi meccano-recettori a bassa soglia (LTM). Tra gli LTM, i dischi di Merkel rilevano stimoli che vengono percepiti come pressione statica (28, 29).

Il sistema B (le lamine I e II del midollo spinale e le aree cerebrali, che si estendono dal tronco encefalico alla corteccia insulare) rappresenta il substrato primario per l'interocezione - il processo utilizzato dal cervello per rilevare tutti gli stimoli fisicochimici nel corpo (p. es. sollecitazioni meccaniche, temperatura e concentrazione di ossigeno) allo scopo di regolare lo stato di vigilanza dell'organismo, le funzioni neurovegetative e l'asse ipotalamo-ipofisi-surrene, da cui il nome di sistema intero-recettivo od "omeostatico". Le aree cerebrali che controllano il sistema B sono anche coinvolte nella percezione cosciente delle emozioni e delle interazioni sociali, perciò prendono il nome di sistema "affettivo" [(29); per ulteriori dettagli sull'interocezione, sul sistema neurovegetativo (SNA) e sul tocco, vedi (30)]. Il sistema B utilizza le fibre afferenti lente e sottili di tipo A δ , scarsamente mieliniche, e le fibre afferenti non mieliniche di tipo C che possono comportarsi come recettori ad alta o bassa soglia (28). Soprattutto nella pelle dotata di peli, un gruppo di fibre C denominato C-tattili (CT) risulta particolarmente sensibile agli stimoli meccanici a bassa soglia: accarezzamenti (stroking) lenti (1-10 cm/s) e delicati (0,2 mN - 2,5 N) che danno la percezione di piacere. Questo tipo di tocco ricorda le carezze dei genitori ai bambini (17, 28, 31). Le fibre CT sembrano anche rispondere a una delicata pressione statica (32, 33).

Pertanto, un tocco delicato e statico può reclutare sia i dischi di Merkel (sistema discriminativo) che le fibre CT (sistema affettivo).

Cambiamenti nei tessuti corporei

Da un punto di vista fisiologico, grazie alle loro caratteristiche specifiche, i dischi di Merkel e le fibre CT possono indurre risposte intero-recettive a livello locale e centrale.

Attraverso il complesso Merkel-neurite (MNC), la stimolazione del disco di Merkel può rilasciare vescicole contenenti glutammato, serotonina, sostanza P, peptide intestinale vasoattivo e peptide correlato al gene della calcitonina (34) - sostanze che possono influenzare la circolazione sanguigna dei tessuti, l'emodinamica locale e polmonare e l'attività della muscolatura liscia (35-37). È interessante notare come stia emergendo con sempre maggiore certezza che i dischi di Merkel hanno un'attività neuroendocrina (38): in effetti, alcuni dei neuropeptidi da loro rilasciati possono innescare il sistema B (28). Pertanto, i recettori Merkel potrebbero essere considerati il punto di connessione tra i sistemi A e B.

Le fibre CT possono influire sulla rete intero-recettiva e sull'attivazione dell'SNA (30,32), inducendo così variazioni locali e centrali nel flusso sanguigno del bambino, nella pressione sanguigna, nella frequenza cardiaca, nel modello respiratorio e nella SpO₂(18,31,39).

Quando cambiano il flusso sanguigno e il modello respiratorio, si modifica di conseguenza il volume corporeo - ovvero il modo in cui i fluidi corporei si distribuiscono nei vari segmenti e tessuti del corpo. Il volume e la composizione del corpo possono essere misurati per valutare la salute, lo sviluppo e la crescita del bambino (40), fornendo così informazioni utili come quelle fornite dal monitoraggio dell'emodinamica neonatale (p. es., flusso sanguigno sistemico e polmonare e resistenza vascolare)(41,42). L'emodinamica viene infatti monitorata costantemente perché una funzione cardiovascolare anormale durante il periodo neonatale è correlata a un maggior rischio di morbilità e mortalità (41,42).

Il funzionamento dell'SNA svolge un ruolo centrale nel governare questi cambiamenti: infatti, a seconda dello stato di sviluppo del loro SNA individuale, neonati diversi possono mostrare variazioni emodinamiche anche opposte, che si traducono in cambiamenti completamente diversi nel volume corporeo (41,42).

Durante il terzo trimestre di gestazione e il periodo perinatale, l'SNA subisce modifiche significative: aumentano sia l'attività simpatica che quella parasimpatica. Alla nascita, l'SNA mostra una predominanza simpatica, mentre dopo la nascita inizia a prendere il sopravvento il ramo parasimpatico (39,43). Lo sviluppo del sistema nervoso è correlato all'aumento dei movimenti del corpo fetale, soprattutto quelli toracico-respiratori, e alla comparsa sia delle aritmie sinusali respiratorie che dei riflessi barocettivi (44). Questi cambiamenti motori e cardiorespiratori sono considerati la base per la futura risposta di lotta o fuga (45), inoltre lo sviluppo dell'SNA è correlato a un aumento della variabilità della frequenza cardiaca, un indice dell'efficacia dei processi di regolazione adattiva (39). Nel periodo perinatale, lo sviluppo dell'SNA e la capacità di adattamento del bambino, in particolare a livello cardiorespiratorio, sono quindi strettamente legati.

Lo sviluppo dell'SNA è tuttavia delicato e può essere perturbato da diversi eventi, come lo stress materno, le carenze nutrizionali, il parto prematuro, il travaglio complicato, il clampaggio del cordone ombelicale anticipato o ritardato e le procedure invasive nella TIN (39,43). Un SNA perturbato riduce la capacità del neonato di adattarsi in modo efficiente all'ambiente, specialmente quando è in continua evoluzione e cambiamento, come nelle TIN (39). Un SNA perturbato significa quindi un adattamento cardiorespiratorio perturbato.

Pertanto, a causa del coinvolgimento dell'SNA nel tocco delicato, applicando la medesima pressione manuale delicatasi potrebbero indurre cambiamenti diversi nell'emodinamica (p. es., FC, variabilità cardiaca, SpO2 e flusso sanguigno polmonare e sistemico) e di conseguenza nel volume corporeo, in diversi neonati con differente sviluppo nervoso e condizioni cliniche.

Percezione aptica

Quando un operatore tocca un neonato, induce un'attivazione dell'SNA. Affinché l'operatore possa valutare i cambiamenti nei tessuti corporei del neonato occorre che abbia luogo un'interazione continua tra i meccanismi ascendenti (cioè l'elaborazione dal basso verso l'alto o bottom-up) e discendenti (cioè l'elaborazione dall'alto verso il basso o top-down) nel sistema nervoso dell'operatore stesso (46). Ciò che percepiamo è dovuto a un sottile bilanciamento tra la previsione di tipo top-down basata sulla conoscenza e le evidenze sensoriali di tipo bottom-up (47). In questo particolare contesto, con il termine di sensazione si intende il rilevamento di una modifica nel corpo del neonato. Viceversa, con il termine di percezione si indica l'interpretazione di tale modifica in termini di compliance e omogeneità. È quindi probabile che le valutazioni riguardo alle modifiche nel corpo del neonato siano influenzate dalle previsioni relative ai segnali sensoriali di tipo bottom-up [su questo punto vedi (48)].

L'elaborazione di tipo bottom-up inizia con l'attivazione dei recettori sensoriali situati nelle mani dell'operatore e utilizza il sistema aptico. Il sistema aptico è un sistema percettivo mediato da due sottosistemi afferenti, quello cutaneo e quello cinestetico, che tipicamente implicano l'esplorazione manuale attiva (49). Il sistema aptico ha funzioni percettive e mnestiche che contribuiscono al riconoscimento della forma dell'oggetto e delle proprietà microgeometriche del tessuto. La percezione aptica costituisce il fondamento della valutazione clinica manuale, in particolare per la valutazione

della compliance dei tessuti – il modo in cui i tessuti rispondono alla palpazione caratterizzata dalla pressione delicata (50). La percezione aptica è un processo delicato: le dita umane – in particolare l'indice – possono toccare e discriminare superfici con minime increspature di varia ampiezza (51). I polpastrelli mostrano di avere una bassa soglia anche per discriminare oggetti con volumi diversi (52).

I segnali sensoriali afferenti trasmessi tramite il sistema aptico vengono elaborati nelle aree corticali responsabili della discriminazione sensoriale, del riconoscimento degli oggetti e del processo decisionale (46). L'interazione tra le previsioni di tipo top-down e le informazioni sensoriali di tipo bottom-up è fondamentale ai fini del processo decisionale dell'operatore in merito ai cambiamenti nel volume e nella compliance dei tessuti.

La percezione del volume di un oggetto è essenziale per coglierne le proprietà spaziali ed è influenzata da diverse proprietà materiali dell'oggetto toccato, in particolare dalla compliance. La compliance è la capacità dell'oggetto di deformarsi. Determina la morbidezza di un oggetto: dipende anche dalla quantità di superficie di contatto tra l'oggetto e la mano e dalla profondità alla quale il polpastrello penetra in un oggetto (53-55). La compliance dell'oggetto può essere percepita anche a distanza – senza contatto diretto – se si interpone qualcosa tra la mano e l'oggetto, ad esempio uno stilo utilizzato per raggiungere un oggetto distante (55, 56). Nel caso del corpo del neonato, il corpo stesso può essere lo "stilo" che permette di percepire la compliance dei tessuti interni e il modo in cui la pressione applicata si diffonde nei tessuti. In sostanza, il corpo costituisce una struttura tensegrativa nella quale le sollecitazioni meccaniche si distribuiscono in tutta la struttura composta dalle ossa, dai muscoli e dai tessuti connettivi (57).

La sensibilità degli LTM della mano e la specializzazione del sistema aptico, unite alle conoscenze professionali accumulate nel contesto della terapia intensiva neonatale, contribuiranno a un'interazione efficace tra le previsioni di tipo top-down e i segnali sensoriali di tipo bottom-up, elaborati e modulati a diversi livelli della gerarchia del sistema nervoso. È quindi plausibile che un operatore possa sentire le variazioni nel volume corporeo del neonato, valutando la compliance dei tessuti del neonato, cioè percependo la resistenza alle pressioni applicate e le variazioni di morbidezza dei tessuti (51, 52, 55).

La forza necessaria per utilizzare il modello NAME

Qual è la quantità esatta di forza che una mano deve applicare per ingaggiare i tessuti profondi del neonato? Qual è la forza necessaria per indurre cambiamenti nei tessuti neonatali profondi che sono percepibili manualmente? Anche se le forze delicate possono stimolare i dischi di Merkel e le fibre CT, è opinabile che queste forze possano ingaggiare i tessuti corporei e le fibre CT più profondi. Per quanto a nostra conoscenza, nessuno studio ha esaminato questo problema. Tuttavia, potrebbe essere sufficiente una forza leggermente maggiore. Studi su cadaveri adulti hanno mostrato che una forza di 10 N applicata alla schiena può trasmettersi fino a un punto distante 8-10 cm (58, 59). Secondo un modello matematico 3D del tessuto connettivo fasciale, una pressione di 4-5 N/cm² può deformare la fascia nasale superficiale. Per la fascia in generale la pressione necessaria è maggiore, ma il modello NAME si prefigge di ingaggiare i tessuti, non di modificarli (60).

Pertanto, per calcolare meglio la quantità di forza necessaria per il modello NAME, abbiamo eseguito alcuni studi empirici su neonati sani – abbiamo scoperto che una forza di 10 ± 2 N applicata con una mano è sufficiente per sentire manualmente, attraverso la percezione aptica, i cambiamenti nella morbidezza dei tessuti corporei, sia superficiali che profondi. Di conseguenza è ragionevole ipotizzare che una forza di 10 N possa stimolare le fibre CT, sia superficiali che profonde.

Riepilogo del quadro concettuale del modello NAME

La procedura del modello NAME può essere riassunta sulla base del seguente quadro concettuale (vedi Figura 3):

- Una piccola quantità di pressione applicata sul corpo del neonato può stimolare i dischi di Merkel e le fibre CT.
- I dischi di Merkel e le fibre CT possono evocare le risposte dell'SNA che attiva risposte interocettive

a livello locale e centrale, le quali influenzano nel giro di pochi secondi i sistemi cardiovascolare e respiratorio (p. es., cambiamento della FC, del flusso sanguigno e del modello respiratorio).

- Sulla base dello sviluppo e della maturazione dell'SNA del bambino, le modifiche cardiorespiratorie ed emodinamiche si traducono in diversi cambiamenti del volume corporeo.
- Le variazioni di volume corporeo possono essere percepite attraverso il sistema aptico grazie all'elevata sensibilità delle dita e dei polpastrelli, e richiedono un'interazione tra le previsioni di tipo top-down e i segnali sensoriali di tipo bottom-up.
- Attraverso i cambiamenti nella morbidezza dei tessuti, un professionista può riconoscere la compliance (capire se l'intero corpo del bambino si adatta in risposta agli stimoli manuali) e l'omogeneità (capire se i tessuti del bambino si adattano alle sollecitazioni meccaniche allo stesso modo in tutto il corpo) delle risposte del bambino.
- Per stimare la compliance, l'operatore valuta la resistenza (in base alla morbidezza o rigidità) del corpo del neonato nel suo complesso mentre è sottoposto alla pressione manuale, invece per valutare l'omogeneità l'operatore confronta le variazioni di morbidezza percepite dai palmi e dai polpastrelli appoggiati sul corpo del neonato.
- Poiché il volume corporeo viene spesso misurato per valutare la salute e la crescita del neonato, si può sostenere che i cambiamenti percepiti nel volume corporeo rivelino le condizioni generali del neonato. In sostanza, potrebbero dunque riflettere in quale modo il sistema nervoso del bambino elabora gli stimoli tattili e risponde ad essi.

Lo scopo del modello NAME è consentire ai professionisti di percepire la compliance e l'omogeneità del corpo del neonato, che potrebbero riflettere il modo in cui il bambino si adatta agli stressori esterni, nonché il funzionamento dell'SNA e le condizioni di salute generale del neonato. Poiché i cambiamenti dell'SNA e del volume corporeo riflettono le condizioni cliniche dei neonati, i lattanti con uno sviluppo buono mostreranno una risposta tissutale sia complianti che omogenea (si adattano agli stimoli attraverso risposte armoniche del corpo), mentre i bambini con problemi di sviluppo mostreranno una risposta tissutale né complianti né omogenea (non riescono ad adattarsi agli stimoli sensoriali).

DISCUSSIONE

Importanza e significato del Modello NAME

Il presente articolo descrive la logica e la teoria alla base del modello NAME; una nuova valutazione palpatoria manuale suggerita per l'utilizzo nel reparto neonatale. Gli operatori delle TIN usano le mani per toccare i neonati centinaia di volte al giorno (9) e per eseguire procedure tecniche come le iniezioni venose e i prelievi dai talloni (10). Nonostante ciò, mancano di consapevolezza su come il tocco può influenzare i neonati e su come si possa usare il tocco per valutarli.

Il tocco può indurre cambiamenti nel corpo del neonato e il modello NAME mira a dimostrare che questi cambiamenti possono essere percepiti principalmente attraverso il sistema aptico ed essere correlati alle condizioni cliniche del bambino. In particolare, il modello NAME si prefigge di valutare due processi adattivi cruciali: l'adattamento globale (capire se il corpo si adatta agli stimoli manuali dati oppure oppone resistenza - valutazione della compliance) e l'adattamento locale (capire se diverse aree del corpo mostrano la medesima morbidezza - valutazione dell'omogeneità). I neonati sani mostreranno un'elevata compliance e la medesima morbidezza in risposta agli stimoli meccanici applicati su tutto il corpo. Viceversa i neonati con complicanze cliniche non saranno complianti, oppure mostreranno aree corporee con diversi livelli di morbidezza/rigidità.

In particolare, a causa dello sviluppo incompleto dell'SNA è prevedibile che, rispetto ai neonati a termine, i neonati prematuri molto precoci abbiano maggiore probabilità di mostrare una bassa compliance e omogeneità. Con buona probabilità, i neonati a termine dovrebbero mostrare elevata compliance e omogeneità. Tra questi estremi, si presume che i neonati rispondano in modo diverso in base al loro sviluppo nervoso. Inoltre, ferma restando l'età, i neonati possono anche rispondere in modo diverso agli stimoli manuali a causa delle differenze nelle rispettive condizioni cliniche.

È altresì auspicabile anche che il presente articolo possa chiarire cosa accade nei bambini quando

vengono toccati – per diversi anni infatti gli effetti potenzialmente nocivi delle procedure dolorose nelle terapie infantili sono stati sottovalutati (11).

Limiti

Il modello NAME si basa sulla stima dei cambiamenti nella consistenza e morbidezza dei tessuti, ottenute utilizzando principalmente il sistema aptico. In analogia con altri sistemi sensoriali, le informazioni trasmesse dal sistema aptico sono soggette a diversi processi e fattori confondenti (bias) di tipo top-down. La percezione della morbidezza dei tessuti può essere influenzata, per esempio, dalle aspettative determinate dalle esperienze precedenti (61), dai segnali visivi o dal movimento di una parte del corpo dell'operatore (62). Pertanto, occorre affinare la percezione aptica allo scopo di escludere tutte le possibili distrazioni: se ogni operatore può percepire i sottili cambiamenti di volume, l'allenamento aiuterà a interpretarli sempre meglio (50). Anche l'esperienza nel reparto di neonatologia e nelle procedure basate sul tocco potrebbe contribuire a ridurre i bias.

Per quanto riguarda il razionale del modello NAME, in letteratura restano ancora da approfondire diversi aspetti riguardo agli effetti del tocco sui neonati, in particolare nei pretermine. È quindi fondamentale effettuare ulteriori indagini su quanto descritto nel presente articolo. Ad esempio, occorre determinare con precisione la correlazione tra il tocco, la reattività dell'SNA e i cambiamenti nella distribuzione dei fluidi corporei, come pure il rapporto tra i cambiamenti nella distribuzione dei fluidi corporei e le condizioni cliniche del neonato.

Oltre a definire un razionale è anche indispensabile verificare la validità e l'affidabilità del modello NAME. In sostanza, una procedura valutativa deve poter misurare ciò che si propone di misurare e deve produrre risultati coerenti e uniformi anche quando effettuata in tempi diversi e da diversi operatori (63).

Inoltre, non è chiaro se il modello NAME possa rivelarsi utile al personale delle TIN per comprendere cosa accade nei neonati quando vengono toccati nel corso della gestione farmacologica sedativa o analgesica, in termini di efficacia della terapia farmacologica analgesica.

Vantaggi

Contrariamente alle altre procedure di valutazione ampiamente utilizzate, come l'Alberta Infant Motor Scale (24) o l'Assessment of Preterm Infants' Behavior (26), il modello NAME ha il vantaggio di richiedere tempi di esecuzione inferiori (vedi Tabella 1). Eccettuata la valutazione del dolore (22), il completamento delle sopra citate procedure richiede tempo: da 30 minuti (per la valutazione dei neonati) a diverse ore (per la compilazione della cartella clinica) (23,26). Inoltre, sebbene la percezione aptica possa essere soggetta ai bias sopra menzionati, la formazione necessaria per eseguire il modello NAME, il contatto diretto con il lattante e il minor numero di elementi da valutare (ad esempio, compliance e omogeneità) potrebbero rendere il modello NAME più obiettivo rispetto ad altri sistemi di punteggio basati sull'osservazione visiva prolungata.

Rispetto a un precedente tentativo (64), il modello NAME è più semplice perché prevede un tocco statico e delicato che può essere applicato da qualsiasi operatore che abbia familiarità con le procedure basate sul tocco. Grazie alla sua semplicità il modello NAME può essere incluso nella procedura di routine utilizzata in neonatologia per valutare le condizioni del bambino.

La valutazione dell'omogeneità potrebbe permettere di individuare rapidamente delle ROI nel corpo del bambino. Le condizioni cliniche dei neonati pretermine possono essere molto diverse, sia per quanto concerne la natura che la gravità dei sintomi; sarebbe interessante se queste caratteristiche potessero riflettere la modalità adottata dal corpo per adattarsi agli stimoli meccanici esterni e per comprendere se ogni determinata condizione possa riflettersi su una particolare regione del corpo – una ROI – come accade per esempio nel caso del dolore riferito. Poiché il corpo può essere interpretato come una struttura tensegritica che risponde sempre come un'unità, nella quale tutti i tessuti sono connessi meccanicamente (57), questa correlazione potrebbe essere possibile. Ciò costituisce un'ipotesi che sarebbe opportuno verificare in futuro, conducendo studi più orientati alla

pratica clinica.

TABELLA 1 | Confronto sintetico fra il modello NAME e gli altri modelli di valutazione utilizzati nelle TIN (14, 22-26)

Modello Tempo Procedura (sintesi) Scopo

NAME 90 s Stimolazione con delicata pressione manuale e percezione aptica dei cambiamenti corporei Valutare l'adattamento globale e possibilmente prevedere le condizioni cliniche

PAT Durata dell'evento da valutare Osservazione visiva dell'attività neonatale e valutazione dei segni vitali Valutare il dolore e optare per misure atte a fornire consolazione oppure per gli analgesici

TIMP 25-35 min Osservazione visiva dell'attività neonatale spontanea Valutare la postura e il controllo selettivo dei movimenti

AIMS 20 min Osservazione visiva dell'attività neonatale spontanea Valutare la maturità motoria macroscopica

NBAS 20-30 min Stimolazione multisensoriale e sociale per valutare le risposte del neonato Valutare il comportamento e la condizione neurologica del neonato

APIB Da 45 min a 3 ore Stimolazione multisensoriale e sociale per valutare le risposte del neonato Valutare il neurosviluppo e la competenza del neonato

NIDCAP® Stimolazione multisensoriale e sociale sia per valutare le risposte del neonato (come il modello APIB) che per ridurre lo stress Valutare il comportamento del neonato e fornire una terapia di sostegno ai neonati

AIMS, Alberta Infant Motor Scale; APIB, Assessment of Preterm Infants' Behavior; NAME, Neonatal Assessment Manual Score; NBAS, Neonatal Behavioral Assessment Scale; NIDCAP®, Newborn Individualized Developmental Care and Assessment Program; PAT, Pain Assessment Tool; TIMP, Test of Infant Motor Performance; TIN, terapia intensive neonatale.

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

Il presente articolo si poneva lo scopo di definire il razionale per una possibile nuova modalità di valutazione manuale nel campo neonatologico: il modello NAME. Questa procedura è destinata a tutti gli operatori delle TIN e mira a ottimizzare l'assistenza ai bambini nel reparto neonatale.

Ulteriori studi dovranno valutare la validità e l'affidabilità del modello NAME nella pratica clinica, per definirne l'utilità. Come tutte le valutazioni manuali, la procedura NAME è suscettibile ai bias di tipo top-down, come già evidenziato nel paragrafo sui limiti dello studio. Ciononostante ci aspettiamo che il modello NAME risulti affidabile e valido, considerato che gli operatori devono essere esperti nelle procedure basate sul tocco e nel campo della neonatologia, che devono seguire una formazione specifica per imparare a eseguire correttamente la procedura manuale e che la stessa valutazione manuale è stata utilizzata in due studi precedenti (18, 27).

Inoltre, gli studi futuri dovranno verificare la capacità predittiva del modello NAME, cioè comprendere se il punteggio risulti correlato alle condizioni cliniche del bambino, oppure possa prevederle, o almeno tracciarne, la traiettoria evolutiva. Poiché il modello NAME mira a valutare i cambiamenti nel volume corporeo che dipendono dallo sviluppo dell'SNA e dalla capacità di adattamento del neonato, è possibile che il punteggio possa fornire informazioni sulle modalità di evoluzione delle condizioni del bambino. Se questa ipotesi venisse corroborata dai risultati di ricerche future, potrebbe essere interessante confrontare il modello NAME con le altre procedure di valutazione che hanno una buona capacità predittiva e vengono già utilizzate nelle TIN. Un confronto di questo tipo potrebbe meglio definire la rilevanza clinica e l'utilità del modello NAME come procedura in grado di valutare le condizioni effettive del neonato o anche di prevederne lo sviluppo.

DICHIARAZIONE SULLA DISPONIBILITÀ DEI DATI

Tutti i set di dati presentati in questo studio sono inclusi nel materiale supplementare dell'articolo.

DICHIARAZIONE ETICA

Per la pubblicazione di qualsiasi immagine o dato potenzialmente identificabile incluso in questo articolo è stato ottenuto il consenso informato per iscritto da parte di tutti gli interessati e dal tutori legali/parenti prossimi dei minori.

CONTRIBUTI DEGLI AUTORI

GL e JE hanno rivisto e modificato la bozza finale del manoscritto. Tutti gli autori hanno approvato il manoscritto definitivo come presentato, hanno convenuto di essere responsabili di tutti gli aspetti del lavoro e hanno contribuito in egual misura ai contenuti intellettuali e alla stesura del manoscritto.

Ulteriori informazioni

Abbreviazioni

SNA, sistema nervoso autonomo; CT, C-tattile; FC, frequenza cardiaca; LTM, meccancettore a bassa soglia; MNC, complesso Merkel-neurite; NAME, modello per assegnare un punteggio al neonato tramite la valutazione manuale; TIN, terapia intensiva neonatale; ROI, regione di interesse; SpO₂, saturazione parziale dell'ossigeno.

Bibliografia

1. Harrison W, Goodman D. Epidemiologic trends in neonatal intensive care, 2007-2012. *JAMA Pediatr.* (2015) 169:855- 62. doi: 10.1001/jamapediatrics.2015.1305
2. Schulman J, Braun D, Lee HC, Profit J, Duenas G, Bennett MV, et al. Association between neonatal intensive care unit admission rates and illness acuity. *JAMA Pediatr.* (2018) 172:17-23. doi: 10.1001/jamapediatrics.2017. 3913
3. Babenko O, Kovalchuk I, Metz GA. Stress-induced perinatal and transgenerational epigenetic programming of brain development and mental health. *NeurosciBiobehav Rev.* (2015) 48:70-91. doi: 10.1016/j.neubiorev.2014. 11.013
4. Tribe RM, Taylor PD, Kelly NM, Rees D, Sandall J, Kennedy HP. Parturition and the perinatal period: can mode of delivery impact on the future health of the neonate? *J Physiol.* (2018) 596:5709-22. doi: 10.1113/jp275429
5. Granese R, Gitto E, D'Angelo G, Falsaperla R, Corsello G, Amadore D, et al. Preterm birth: seven-year retrospective study in a single centre population. *Ital J Pediatr.* (2019) 45:45. doi: 10.1186/s13052-019-0643-9
6. WHO. World Health Statistics 2016. Monitoring Health for The SDGs. (2016). Available online at: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/206498/1/9789241565264_eng.pdf (accessed March 25, 2020).
7. Fairchild KD, Lake DE. Cross-correlation of heart rate and oxygen saturation in very low birthweight infants: association with apnea and adverse events. *Am J Perinatol.* (2018) 35:463-9. doi: 10.1055/s-0037-1608709
8. Paviotti G, de Cunto A, Moressa V, Bettiol C, Demarini S. Thoracic fluid content by electric bioimpedance correlates with respiratory distress in newborns. *J Perinatol.* (2017) 37:1024-7. doi: 10.1038/jp.2017.100
9. Zahr LK, Balian S. Responses of premature infants to routine nursing interventions and noise in the NICU. *Nurs Res.* (1995) 44:179-85. doi: 10.1097/00006199-199505000-00009
10. Marc-Aurele KL, English NK. Primary palliative care in neonatal intensive care. *SeminPerinatol.* (2017) 41:133-9. doi: 10.1053/j.semperi.2016.11.005
11. Pillai Riddell RR, Racine NM, Gennis HG, Turcotte K, Uman LS, Horton RE, et al. Non-pharmacological management of infant and young child procedural pain. *Cochrane Database Syst Rev.* (2015) 2015:CD006275. doi: 10.1002/14651858.CD006275.pub2
12. Fitzgerald M. The development of nociceptive circuits. *NatRevNeurosci.* (2005) 6:507-20. doi: 10.1038/nrn1701
13. Holsti L, Grunau RE, Whifield MF, Oberlander TF, Lindh V. Behavioral responses to pain are heightened after clustered care in preterm infants born between 30 and 32 weeks gestational age. *Clin J Pain.* (2006) 22:757- 64. doi: 10.1097/01.ajp.0000210921.10912.47
14. Holsti L, Grunau RE, Oberlander TF, Whitfield MF, Weinberg J. Body movements, an additional important factor in discriminating pain from stress in preterm infants. *Clin J Pain.* (2005) 21:491- 8. doi: 10.1097/01.ajp.0000146163.30776.44
15. Gursul D, Goksan S, Hartley C, Mellado GS, Moultrie F, Hoskin A, et al. Stroking modulates noxious-evoked brain activity in human infants. *Curr Biol.* (2018) 28:R1380-1. doi: 10.1016/j.cub.2018.11.014
16. Herrington CJ, Chiodo LM. Human touch effectively and safely reduces pain in the newborn intensive care unit. *PainManagNurs.* (2014) 15:107- 15. doi: 10.1016/j.pmn.2012.06.007
17. Van Puyvelde M, Collette L, Gorissen AS, Pattyn N, McGlone F. Infants autonomic cardio-respiratory responses to nurturing stroking touch delivered by the mother or the father. *Front Physiol.* (2019) 10:1117. doi: 10.3389/fphys.2019.01117
18. Manzotti A, Cerritelli F, Esteves JE, Lista G, Lombardi E, La Rocca S, et al. Dynamic touch reduces physiological arousal in preterm infants: a role for C-tactile afferents?. *DevCognNeurosci.* (2019) 39:100703. doi: 10.1016/j.dcn.2019.100703
19. Dekker J, Hooper SB, Martherus T, Cramer SJE, van Geloven N, Te Pas AB. Repetitive versus standard tactile stimulation of preterm infants at birth - a randomized controlled trial. *Resuscitation.* (2018) 127:37- 43. doi: 10.1016/j.resuscitation.2018.03.030
20. Lanaro D, Ruffini N, Manzotti A, Lista G. Osteopathic manipulative treatment showed reduction of length of stay and costs in preterm infants: a systematic review and meta-analysis. *Medicine.* (2017) 96:e6408. doi: 10.1097/MD.00000000000006408
21. Boundy EO, Dastjerdi R, Spiegelman D, Fawzi WW, Missmer SA, Lieberman E, et al. Kangaroo mother care and neonatal outcomes: a meta-analysis. *Rev Artic Pediatr.* (2016) 137:e20152238. doi: 10.1542/peds.2015-2238
22. O'Sullivan AT, Rowley S, Ellis S, Faasse K, Petrie KJ. The validity and clinical utility of the COVERS scale and pain assessment tool for assessing pain in neonates admitted to an intensive care unit. *Clin J Pain.* (2016) 32:51- 7. doi: 10.1097/AJP.0000000000000228
23. Campbell SK, Wright BD, Linacre JM. Development of a functional movement scale for infants. *J ApplMeas.* (2002) 3:190-204.
24. Jeng SF, Yau KI, Chen LC, Hsiao SF. Alberta infant motor scale: reliability and validity when used on preterm infants in Taiwan. *PhysTher.* (2000) 80:168-78. doi: 10.1093/ptj/80.2.168
25. Barbosa M, Moreira J, Tronick E, Beeghly M, Fuertes M. Neonatal behavioral assessment scale (NBAS): confirmatory factor

- analysis of the six behavioral clusters. *Early Hum Dev.* (2018) 124:1–6. doi: 10.1016/j.earlhumdev.2018.07.007
26. Als H, Butler S, Kosta S, McAnulty G. The assessment of preterm infants' behavior (apib): furthering the understanding and measurement of neurodevelopmental competence in preterm and full-term infants. *Ment Retard DevDisabil Res Rev.* (2005) 11:94–102. doi: 10.1002/mrdd.20053
27. Manzotti A, Cerritelli F, Lombardi E, La Rocca S, Chiera M, Galli M, et al. Effects of osteopathic treatment versus static touch on heart rate and oxygen saturation in premature babies: a randomized controlled trial. *ComplementTherClinPract.* (2020) 39:101116. doi: 10.1016/j.ctcp.2020.101116
28. McGlone F, Wessberg J, Olausson H. Discriminative and affective touch: sensing and feeling. *Neuron.* (2014) 82:737– 55. doi: 10.1016/j.neuron.2014.05.001
29. Ceunen E, Vlaeyen JWS, Van Diest I. On the origin of interoception. *Front Psychol.* (2016) 7:743. doi: 10.3389/fpsyg.2016.00743
30. D'Alessandro G, Cerritelli F, Cortelli P. Sensitization and interoception as key neurological concepts in osteopathy and other manual medicines. *Front Neurosci.* (2016) 10:100. doi: 10.3389/fnins.2016.00100
31. Fairhurst MT, Löken L, Grossmann T. Physiological and behavioral responses reveal 9-month-old infants' sensitivity to pleasant touch. *Psychol Sci.* (2014) 25:1124–31. doi: 10.1177/0956797614527114
32. Cerritelli F, Chiacchiarretta P, Gambi F, Ferretti A. Effect of continuous touch on brain functional connectivity is modified by the operator's tactile attention. *Front Hum Neurosci.* (2017) 11:368. doi: 10.3389/fnhum.2017.00368
33. Edwards DJ, Young H, Johnston R. The immediate effect of therapeutic touch and deep touch pressure on range of motion, interoceptive accuracy and heart rate variability: a randomized controlled trial with moderation analysis. *Front IntegrNeurosci.* (2018) 12:41. doi: 10.3389/fnint.2018.00041
34. Woo SH, Lumpkin EA, Patapoutian A. Merkel cells and neurons keep in touch. *Trends Cell Biol.* (2015) 25:74–81. doi: 10.1016/j.tcb.2014.10.003
35. Dong YL, Chauhan M, Green KE, Vegiraju S, Wang HQ, Hankins GD, et al. Circulating calcitonin gene-related peptide and its placental origins in normotensive and preeclamptic pregnancies. *Am J ObstetGynecol.* (2006) 195:1657–67. doi: 10.1016/j.ajog.2006.04.006
36. Mustafa L, Islami P, Shabani N, Jashanica A, Islami H. Response of smooth bronchial musculature in bronchoconstrictor substances in newborn with lung atelectasis at the respiratory distress syndrome (RDS). *Med Arch.* (2014) 68:6–9. doi: 10.5455/medarh.2014.68.6-9
37. Ng QX, Venkatanarayanan N, Ho CYX, Sim WS, Lim DY, Yeo WS. Selective serotonin reuptake inhibitors and persistent pulmonary hypertension of the newborn: an update meta-analysis. *J WomensHealth.* (2019) 28:331– 8. doi: 10.1089/jwh.2018.7319
38. Maksimovic S, Baba Y, Lumpkin EA. Neurotransmitters and synaptic components in the Merkel cell-neurite complex, a gentle-touch receptor. *Ann NY Acad Sci.* (2013) 1279:13–21. doi: 10.1111/nyas.12057
39. Mulkey SB, du Plessis AJ. Autonomic nervous system development and its impact on neuropsychiatric outcome. *Pediatr Res.* (2019) 85:120– 6. doi: 10.1038/s41390-018-0155-0
40. Mól N, Kwinta P. Assessment of body composition using bioelectrical impedance analysis in preterm neonates receiving intensive care. *Dev Period Med.* (2015) 19:297–304.
41. Kluckow M. The pathophysiology of low systemic blood flow in the preterm infant. *Front Pediatr.* (2018) 6:29. doi: 10.3389/fped.2018.00029
42. Vrancken SL, van Heijst AF, de Boode WP. Neonatal hemodynamics: from developmental physiology to comprehensive monitoring. *Front Pediatr.* (2018) 6:87. doi: 10.3389/fped.2018.00087
43. Patural H, Pichot V, Flori S, Giraud A, Franco P, Pladys P, et al. Autonomic maturation from birth to 2 years: normative values. *Heliyon.* (2019) 5:e01300. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e01300
44. DiPietro JA, Hodgson DM, Costigan KA, Hilton SC, Johnson TR. Fetal neurobehavioral development. *Child Dev.* (1996) 67:2553–67. doi: 10.2307/1131640
45. Schmidt A, Schneider U, Witte OW, Schleußner E, Hoyer D. Developing fetal motor-cardiovascular coordination analyzed from multi-channel magnetocardiography. *Physiol Meas.* (2014) 35:1943–59. doi: 10.1088/0967-3334/35/10/1943
46. Esteves JE, Spence C. Diagnostic palpation and decision making: a neurocognitive model of expertise. *Russian Osteopathic J.* (2014) 1–2:92–109.
47. Clark A. Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science. *Behav Brain Sci.* (2013) 36:181–204. doi: 10.1017/S0140525X12000477
48. Friston K. The free-energy principle: a unified brain theory?. *NatRevNeurosci.* (2010) 11:127–38. doi: 10.1038/nrn2787
49. Lederman SJ, Klatzky RL. Haptic perception: a tutorial. *Atten Percept Psychophys.* (2009) 71:1439–59. doi: 10.3758/APP.71.7.1439
50. AACOM. Glossary of Osteopathic Terminology. American Association of Colleges of Osteopathic Medicine. (2011) Available online at: <https://www.aacom.org/docs/default-source/insideome/got2011ed.pdf> (accessed March 23, 2020).
51. Skedung L, Arvidsson M, Chung JY, Stafford CM, Berglund B, Rutland MW. Feeling small: exploring the tactile perception limits. *Sci Rep.* (2013)

3:2617. doi: 10.1038/srep02617

52. Zhang Z, Li C, Zhang J, Huang Q, Go R, Yan T, et al. Discrimination threshold for haptic volume perception of fingers and phalanges. *Atten Percept Psycho*. (2018) 80:576–85. doi: 10.3758/s13414-017-1453-z
53. Bergmann Tiest WM, Kahrmanovic M, Niemantsverdriet I, Bogale K, Kappers AM. Salient material properties and haptic volume perception: the influences of surface texture, thermal conductivity, and compliance. *AttenPerceptPsycho*. (2012) 74:1810–8. doi: 10.3758/s13414-012-0372-2
54. Dhong C, Miller R, Root NB, Gupta S, Kayser LV, Carpenter CW, et al. Role of indentation depth and contact area on human perception of softness for haptic interfaces. *Sci Adv*. (2019) 5:eaaw8845. doi: 10.1126/sciadv.aaw8845
55. Kappers AML, Bergmann Tiest WM. Haptic perception. *WIREs Cogn Sci*. (2013) 4:357–74. doi: 10.1002/wcs.1238
56. Friedman RM, Hester KD, Green BG, LaMotte RH. Magnitude estimation of softness. *Exp Brain Res*. (2008) 191:133–42. doi: 10.1007/s00221-008-1507-5
57. Guimberteau JC, Armstrong C. *Architecture of Human Living Fascia. The Extracellular Matrix and Cells Revealed through Endoscopy*. Edinburgh: Handspring Publishing (2015). p. 232.
58. Barker PJ, Briggs CA, Bogeski G. Tensile transmission across the lumbar fasciae in unembalmed cadavers: effects of tension to various muscular attachments. *Spine*. (2004) 29:129– 38. doi: 10.1097/01.BRS.0000107005.62513.32
59. Vleeming A, Pool-Goudzwaard AL, Stoeckart R, van Wingerden JP, Snijders CJ. The posterior layer of the thoracolumbar fascia: its function in load transfer from spine to legs. *Spine*. (1995) 20:753–8. doi: 10.1097/00007632-199504000-00001
60. Chaudhry H, Bukiet B, Ji Z, Stecco A, Findley TW. Deformations experienced in the human skin, adipose tissue, and Fascia in osteopathic manipulative medicine. *J AmOsteopathAssoc*. (2014) 114:780–7. doi: 10.7556/jaoa.2014.152
61. Metzger A, Drewing K. Memory influences haptic perception of softness. *Sci Rep*. (2019) 9:14383. doi: 10.1038/s41598-019-50835-4
62. Dupin L, Hayward V, Wexler M. Generalized movement representation in haptic perception. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*. (2017) 43:581– 95. doi: 10.1037/xhp0000327
63. Bannigan K, Watson R. Reliability and validity in a nutshell. *J Clin Nurs*. (2009) 18:3237–43. doi: 10.1111/j.1365-2702.2009.02939.x
64. Cerritelli F, Martelli M, Renzetti C, Pizzolorusso G, Cozzolino V, Barlafante G. Introducing an osteopathic approach into neonatology ward: the NE-O model. *Chiropr Man Ther*. (2014) 22:18. doi: 10.1186/2045-709X-22-18

Allegati

- [Figura 3](#)
- [Figura 1](#)
- [Figura 2](#)



Dichiarazione sul conflitto di interessi: gli autori dichiarano che la ricerca è stata condotta in assenza di relazioni commerciali o finanziarie che potrebbero essere interpretate come un potenziale conflitto di interessi.

Copyright © 2020 Manzotti, Cerritelli, Chiera, Lombardi, La Rocca, Biasi, Galli, Estevese Lista.

Questo è un articolo ad accesso aperto, distribuito secondo i termini della licenza di attribuzione Creative Commons (CC BY). L'uso, la distribuzione o la riproduzione in altri ambiti sono consentiti, a condizione che gli autori originali e i proprietari del copyright siano accreditati e che sia citata la pubblicazione originale in questa rivista, secondo la prassi accademica accettata. Non è consentito alcun utilizzo, distribuzione o riproduzione non conforme a questi termini.