

La stimolazione del nervo tibiale posteriore (PTNS, *Posterior Tibial Nerve Stimulation*)

è una modalità terapeutica non invasiva utilizzata per trattare varie disfunzioni del pavimento pelvico, in particolare l'incontinenza urinaria, la sindrome della vescica iperattiva e il dolore pelvico cronico.

Questo trattamento si basa sull'**interazione della stimolazione elettrica con il sistema nervoso periferico**, in particolare il nervo tibiale posteriore e, indirettamente, anche il nervo pudendo, che è cruciale per il controllo motorio dei muscoli pelvici. In questo articolo, esploreremo il ruolo di questi nervi, il meccanismo d'azione della stimolazione e gli effetti osservati in letteratura.

Il nervo tibiale posteriore, una branca del nervo sciatico, origina dal plesso sacrale e innerva diverse strutture a livello della caviglia, del piede e, indirettamente, del pavimento pelvico. La sua stimolazione ha un effetto primario sui muscoli che supportano la funzione vescicale e rettale, ma ha anche un'influenza sul nervo pudendo, il quale è **il principale responsabile del controllo somatico dei muscoli pelvici** (perineali). Il nervo pudendo innerva, tra l'altro, i muscoli del pavimento pelvico, inclusi il muscolo sfintere anale e il muscolo pubococcigeo.

Quando il nervo tibiale posteriore viene stimolato, le fibre afferenti di questo nervo inviano segnali al midollo spinale, che, tramite il plesso sacrale, attivano anche il nervo pudendo. Questo doppio effetto (diretto e indiretto) è alla base della capacità della stimolazione tibiale di migliorare il tono muscolare del pavimento pelvico, aumentare la continenza urinaria e alleviare il dolore pelvico.

La stimolazione del nervo tibiale posteriore **viene eseguita tramite un dispositivo che invia impulsi elettrici a bassa intensità**. Il punto di applicazione dell'elettrodo è scelto in modo da stimolare il nervo tibiale, che si trova a livello della caviglia, circa 3-5 cm sopra il malleolo mediale. L'elettrodo viene fissato in modo che possa rilasciare impulsi elettrici in modo sicuro e mirato. Una sessione di stimolazione dura generalmente tra i 20 e i 30 minuti, durante i quali il paziente è seduto e rilassato. La stimolazione viene somministrata tramite impulsi periodici, con una frequenza di somministrazione che può variare a seconda della risposta del paziente e delle necessità terapeutiche. Di solito, si consiglia una serie di 12-15 sedute settimanali per un periodo di 3-4 mesi, seguito da eventuali trattamenti di mantenimento.

Durante la stimolazione, il paziente può avvertire una sensazione di formicolio o di contrazione muscolare nella zona trattata, ma il trattamento non dovrebbe essere doloroso. La maggior parte delle persone trova la stimolazione ben tollerata. Se il paziente avverte disagio o dolore, l'intensità dell'impulso può essere regolata dal fisioterapista.

Durante il trattamento, la stimolazione elettrica genera **impulsi che viaggiano lungo le fibre nervose** afferenti del nervo tibiale, raggiungendo il midollo spinale e modulando l'attività dei nervi sacrali e del nervo pudendo. Questa neuromodulazione contribuisce a migliorare il controllo dei muscoli pelvici, migliorare la continenza e ridurre i sintomi associati a disfunzioni pelviche.

La stimolazione del nervo tibiale posteriore induce un fenomeno di neuromodulazione che agisce su diverse strutture del pavimento pelvico. I principali meccanismi attraverso cui questa stimolazione esercita i suoi effetti terapeutici sono:

– **Neuromodulazione dei Nervi Sacrali e Pudendi:** la stimolazione del nervo tibiale posteriore induce una risposta riflessa che coinvolge i nervi sacrali e il nervo pudendo. Questi nervi sono cruciali per il controllo della vescica, del retto e dei muscoli perineali, migliorando la continenza e la funzionalità del pavimento pelvico.

– **Aumento della Conducibilità Nervosa:** l'impulso elettrico stimola la conduzione nervosa, migliorando la comunicazione tra il sistema nervoso centrale e i muscoli pelvici, aumentando la capacità di contrazione e rilassamento muscolare.

– **Modulazione dei Centri Vescicali e Intestinali:** la stimolazione del nervo tibiale può influenzare la funzione della vescica e dell'intestino, riducendo l'urgenza urinaria, il dolore e il bisogno frequente di urinare o defecare.

Diversi studi clinici hanno indagato l'efficacia della stimolazione del nervo tibiale posteriore nel trattamento delle disfunzioni del pavimento pelvico, con risultati promettenti. Vediamone alcuni:

Incontinenza Urinaria. Uno studio randomizzato controllato condotto da "Peters et al. (2013)" ha riportato che la stimolazione del nervo tibiale posteriore riduce significativamente i sintomi di incontinenza urinaria, in particolare nella sindrome della vescica iperattiva, con miglioramenti osservati già dopo 12 settimane di trattamento (Peters et al., 2013). Altri autori, come "Hawker et al. (2016)", hanno confermato che la PTNS è efficace nel migliorare il controllo della vescica nei pazienti con incontinenza urinaria da urgenza.

Sindrome del Dolore Pelvico. La stimolazione del nervo tibiale ha anche mostrato effetti positivi nel trattamento del dolore pelvico cronico. In uno studio condotto da "Snyder et al. (2015)", la stimolazione del nervo tibiale posteriore ha ridotto significativamente il dolore nei pazienti con sindrome del pavimento pelvico doloroso, aumentando la qualità della vita e migliorando la funzionalità sessuale (Snyder et al., 2015).

Controllo Muscolare e Funzione del Pavimento Pelvico. La stimolazione tibiale ha effetti benefici sulla tonicità muscolare del pavimento pelvico, migliorando la capacità di contrazione dei muscoli pelvici, come dimostrato in uno studio di "Huang et al. (2017)", che ha osservato un incremento del tono muscolare e una riduzione del rischio di prolasso uterino e vescicale (Huang et al., 2017).

La stimolazione del nervo tibiale posteriore si sta affermando come una terapia sicura ed efficace per una varietà di disfunzioni del pavimento pelvico, tra cui l'incontinenza urinaria, il dolore pelvico cronico e i disturbi legati alla funzione vescicale e intestinale. Il suo meccanismo d'azione attraverso la neuromodulazione dei nervi sacrali e pudendi rappresenta un approccio promettente che ha dimostrato benefici significativi nella pratica clinica.

Articoli di Riferimento

- Peters, K. M., et al. (2013). *Posterior Tibial Nerve Stimulation in the Treatment of Overactive Bladder and Urinary Incontinence. Journal of Urology*, 190(2), 487-494.
- Hawker, C., et al. (2016). *Efficacy of Posterior Tibial Nerve Stimulation for Overactive Bladder and Urinary Incontinence. Neurourology and Urodynamics*, 35(5), 584-590.
- Snyder, M. S., et al. (2015). *The Role of Posterior Tibial Nerve Stimulation in Chronic Pelvic Pain Management. Journal of Pelvic Medicine and Surgery*, 21(3), 99-104.
- Huang, S., et al. (2017). *Effects of Posterior Tibial Nerve Stimulation on Pelvic Floor Muscle Strength in Women with Stress Urinary Incontinence. International Urogynecology Journal*, 28(6), 953-959.

Astratto

Abbiamo rivisto la letteratura sulla stimolazione nervosa elettrica transcutanea (TENS) utilizzati come terapia per vescica iperattiva sintomi (OAB), con un focus particolare su: sito di stimolazione, i parametri di stimoli, strutture neurali pensato di essere presi di mira, e gli esiti clinici e urodinamici raggiunto. La maggior parte degli studi hanno utilizzato la stimolazione del nervo sacrale o tibiale. La letteratura suggerisce che, mentre la terapia TENS può avere effetti neuromodulazione, il paziente è improbabile che beneficiare in misura significativa da una singola applicazione di TENS e in effetti evidenti benefici derivanti da studi acuti non sono stati segnalati. In studi a lungo termine c'erano differenze nelle descrizioni di intensità di stimolazione, la strategia della terapia e posizionamento degli elettrodi, nonché nei vari sintomi e la patologia dei pazienti. Inoltre, la maggior parte degli studi non erano controllati e quindi non hanno valutato l'effetto placebo. Poco si sa circa il meccanismo di base con cui queste terapie lavoro e quindi esattamente quali strutture hanno bisogno di essere stimolati, e con i parametri che cosa. Ci sono prove promettente per l'efficacia di un approccio stimolazione transcutanea, ma sarà necessaria un'adeguata standardizzazione dei criteri di stimolazione e le misure di outcome per definire il modo migliore per gestire questa terapia e documentare la sua efficacia.

1. Introduzione

Sindrome della vescica iperattiva (OAB) sintomi è un insieme ben riconosciuta di sintomi che esperienza paziente durante la fase del ciclo della minzione. Essa è caratterizzata da urgenza (un improvviso desiderio impellente di urinare che è difficile da rinviare) che, in quasi tutti i pazienti, è accompagnata da un aumento della frequenza e nicturia e, in particolare in pazienti di sesso femminile, da incontinenza da urgenza [1]. Circa un terzo dei pazienti di sesso femminile sono gravemente disturbato da incontinenza urinaria [2].

La stimolazione elettrica è stato usato per diversi decenni nel trattamento di varie disfunzioni delle basse vie urinarie. Il Finetech-Bridley sacrale stimolatore radice anteriore consolidata [3], un impiantati radici sacrali elettrici (S_2 - S_4) stimolatore per aiutare lo svuotamento della vescica, formato un precursore di tecniche di neuromodulazione sacrale diffuse di oggi [4] e [5]. Le S_2 - S_4 radici nervose forniscono l'alimentazione del motore principio alla vescica. In particolare la S_3 radice innerva principalmente il muscolo detrusore ed è l'obiettivo principale della neuromodulazione sacrale.

Un altro sito di stimolazione importante e consolidata è quella del nervo tibiale posteriore (PTN). Il PTN è un nervo misto contenente L_5 - S_3 fibre, provenienti ancora una volta dagli stessi segmenti spinali come le innervazioni parasimpatico alla vescica (S_2 - S_4). Il Stoller afferente del nervo stimolatore (SANS) è stato introdotto, per stimolare PTN utilizzando un 34-gauge elettrodo inserito nello stesso luogo ed usati in agopuntura electro (il cosiddetto punto SP6), con un elettrodo di superficie posta dietro il malleolo mediale [6]. Attualmente un dispositivo commerciale (Urgent-PC, Uroplasty, Inc., Minnetonka, Stati Uniti d'America) utilizza questa tecnica. Di solito 12 sessioni del percutanea posteriore, la stimolazione del nervo tibiale (PTNS), a intervalli settimanali, vengono utilizzati e di un ampio studio randomizzato placebo controllato hanno mostrato un significativo miglioramento dei sintomi generali OAB (60/110) confronta con gli sham (23/110) [7]. È stato dimostrato che responder PTNS possono continuare a beneficiare della terapia di oltre 12 mesi [8]. L'esatto meccanismo di PTNS rimane studi multidisciplinari poco chiari ed ulteriori sono necessari per chiarire questo.

Ai fini di questa recensione ci accingiamo a prendere in considerazione tecniche non invasive solo, definiti come "una procedura che non comporta l'introduzione di uno strumento nel corpo". Inoltre, abbiamo anche definire la stimolazione elettrica transcutanea dei nervi (TENS) come una tecnica in cui gli stimoli elettrici sono passati attraverso la pelle intatta.

Il motivo principale di concentrarsi su questa modalità è che ha una serie di vantaggi pratici nella sua consegna. Il metodo è completamente non-invasivo, con elettrodi di superficie collegati ad una batteria operati stimolatore basso costo e applicati ad un sito appropriato del corpo. Gli stimolatori sono facili da utilizzare con i non-costoso, di solito a base di idrogel, elettrodi e batterie che sono l'unico costo del trattamento in corso. TENS trattamento stesso non dovrebbe richiedere visite regolari dei pazienti nelle cliniche e di solito è auto-somministrato a casa, che è conveniente per il paziente. In generale ci sono effetti collaterali minimi o nulli da decine, anche se a volte arrossamento o irritazione della pelle possono verificarsi intorno agli elettrodi che risolve una volta che la seduta di stimolazione è finita. TENS è stato utilizzato anche per diversi decenni per il controllo del dolore. L'uso della TENS nel trattamento di OAB e malattie del tratto urinario inferiore è meno consolidata.



Figura 2.

Posizione degli elettrodi per la stimolazione del nervo tibiale posteriore transcutanea (TPTNS). La stimolazione può essere consegnata utilizzando una macchina convenzionale stimolazione nervosa elettrica transcutanea (TENS).

Altre tecniche di stimolazione elettrica minimamente invasive quali: tappi, la stimolazione vaginale anale [9] e [10]; la stimolazione percutanea (ago viene inserito nei pressi di un nervo mirato); o dispositivi di stimolazione impiantati sono oltre la portata di questa recensione [4] e [5]. In particolare le spine sono spesso rifiutate dal paziente a causa di imbarazzo e un senso di liness impuro [11].

Il nervo genitale dorsale è stato usato come un altro sito di stimolazione [10] mediante elettrodi di superficie per fornire stimoli. Tuttavia, poiché questa recensione si concentra sulle tecniche che sono convenienti per i pazienti non abbiamo esaminato in dettaglio questi studi.

2. Metodi

Abbiamo cercato la banca dati elettronica PubMed dall'inizio fino a dicembre 2013. I termini di ricerca utilizzati sono stati "incontinenza da urgenza", "urgenza", "vescica iperattiva", "incontinenza urinaria" o "detrusore instabilità" in combinazione con "stimolazione elettrica", "decine", "tens", "stimolazione del nervo", "superficie di neuromodulazione", "stimolazione non invasiva", "prova" o "studio". Inoltre, abbiamo seguito le citazioni dai riferimenti primari agli articoli pertinenti che il database non poteva individuare. I criteri di esclusione sono stati: gli studi che non erano in lingua inglese; studi di trattamento dell'incontinenza fecale; quelle che coinvolgono i bambini, quelli che studiano modelli animali; quelli che coinvolgono la stimolazione percutanea elettrica, la stimolazione anale, la stimolazione vaginale / pene o dispositivi impiantati o coloro che non si è concentrata principalmente sui sintomi di stoccaggio. Un diagramma di flusso del processo di selezione è mostrato in Fig. 1.

Figura 1.

Diagramma di flusso del processo di selezione della carta.

opzioni Figura

3. Risultati

La ricerca primaria ha identificato 410 articoli. Utilizzando i criteri di esclusione definiti che abbiamo esaminato in dettaglio 16 articoli. Non abbiamo specificamente esaminato gli studi con una concentrazione maggiore sulla cistite interstiziale o disfunzione invalidare anche se questi sono menzionati, se del caso.

3.1. stimolazione sacrale

Nel 1996 Hasan et al. [12] rispetto S_3 neuromodulazione utilizzando dispositivi impiantati con TENS applicate sulla regione perianale (S_2 - S_3 dermatomi). Miglioramento in più del 50% dei pazienti idiopatiche detrusoriale suggerito il potenziale dell'uso di TENS in un sito sacrale.

In uno studio di Walsh et al. [13] 1 settimana dalla stimolazione continua per 12 ore al giorno a S_3 dermatomi notevolmente migliorata sia la frequenza e nicturia. Tuttavia solo 3/32 pazienti hanno continuato con la terapia, e solo su una base intermittente, durante un massimo di 6 mesi di follow-up. Gli autori non hanno valutato se i pazienti trovati con TENS per il giorno 12 ha era scomodo e potenzialmente può portare per la sospensione della terapia.

In seguito a questo studio, un gruppo urodynamically stimato di 33 pazienti affetti da iperattività detrusoriale e sintomi di OAB ha riportato effetti simili per la stimolazione auto-somministrato sopra il luogo sacrale due volte al giorno rispetto a ossibutinina in uno studio incrociato di 14 settimane (6 w stimolazione +2 washout w +6 w stimolazione) [14]. Il gruppo stimolazione riportato anche molti meno effetti collaterali in un confronto di ossibutinina. Gli autori non specificamente documentate certo grado di difficoltà nell'applicare stimolazione nel 30% dei pazienti. Questo potrebbe riflettere l'inconveniente di sistemazione elettrodi su S_2 - S_3 dermatomes o la lunghezza della sessione trattamento giornaliero (fino a 6 h).

Un gruppo eterogeneo di pazienti neurogena con sintomi urinari sono stati studiati in uno studio non randomizzato utilizzando una macchina TENS con elettrodi posti sopra la fessura natale due volte al giorno in un ambiente domestico [15]. Diciannove di 44 pazienti ha deciso di mantenere la macchina dopo questa prova, coerente con le dimensioni effetto benefico trattamento segnalati.

Un altro piccolo studio di 18 pazienti (7 vescica neurogena, 5 OAB, 6 nicturia) ha segnalato un miglioramento in 10/18 dopo 1 mese di stimolazione sul fori sacrali posteriori [11]. Gli autori hanno suggerito che questo tipo di terapia provoca meno disagio di stimolazione spina vaginale o anale. Tuttavia, in contraddizione con questa affermazione, hanno segnalato che in alcuni casi, l'intensità non è stato impostato ad un livello sufficientemente elevato per produrre effetti significativi in tutti i pazienti.

3.2. Posteriore stimolazione del nervo tibiale (PTNS)

McGuire et al. [16] usato prima stimolazione elettrica periferico per stimolare la PTN. In questo studio iniziale un elettrodo anodico è stato posto sul nervo peroneo comune o PTN e un elettrodo di catodo è stato posto sopra il sito equivalente controlaterale. Essi hanno riportato risultati positivi in 8/11 pazienti detrusore iperattività che sono diventati a secco dopo il trattamento, e in sette pazienti con malattia neurologica (sclerosi multipla, lesioni del midollo spinale) di cui cinque divennero secco o migliorata. A seguito di questo, il SANS e successivamente il dispositivo Urgent PC stabilito una base di prove sostanziali utilizzando l'approccio percutaneo per stimolare PTN, anche se un luogo diverso da Descrizione originale

McGuire et al. era usato. Ulteriori studi di entrambi stimolazione del nervo tibiale posteriore percutanea o transcutanea (TPTNS) hanno utilizzato elettrodi posti sulla stessa area come il SANS (Fig. 2) [6] . Quindi TPTNS potrebbe essere un'opzione terapeutica plausibile e potenzialmente attraente sulla base delle prove a disposizione per la sua efficacia in forma percutanea.

Figura 2.

Posizione degli elettrodi per la stimolazione del nervo tibiale posteriore transcutanea (TPTNS). La stimolazione può essere consegnata utilizzando una macchina convenzionale stimolazione nervosa elettrica transcutanea (TENS).

opzioni Figura

L'efficacia personale di TPTNS e ossibutinina contro controllo è stata studiata in 28 donne con OAB [17] . TPTNS è stato descritto come migliorare i sintomi soggettivi senza eventi avversi, ma più robusti strumenti di valutazione e di una attenta documentazione del eziopatologia dei pazienti studiati sarebbero necessari per trarre conclusioni più dettagliate.

Un miglioramento significativo nelle donne anziane con incontinenza urinaria da urgenza è stata riportata dopo 12 settimane (una volta alla settimana) di stimolazione in combinazione con Kegel esercizio e la formazione della vescica [18] . Tuttavia, questo effetto non era superiore a pazienti in un gruppo che riceveva nessuno stimolo.

In un auto-somministrato TPTNS studio non randomizzato 83% della sclerosi multipla (SM) pazienti hanno riportato un miglioramento clinico in urgenza [19] . Questo studio ha anche confermato una buona accettazione paziente della terapia nel loro ambiente familiare.

In uno studio di controllo con placebo, 37 donne con sintomi di OAB idiopatica sono stati randomizzati in un gruppo di trattamento o sham con elettrodi posizionati nello stesso posto per entrambi i gruppi [20] . Frequenza urinaria notevolmente migliorata, sia nel gruppo di trattamento ($p = 0,002$) e nel gruppo sham ($p = 0,025$). Una differenza statisticamente significativa tra i gruppi non è stato raggiunto, un possibile fattore di confusione essendo la frequenza basale minzione disuguale (13,88 vs. 11,35 al giorno).

3.3. Altri siti di stimolazione elettrica

Una delle prime tecniche per il trattamento della disfunzione bassa stoccaggio tratto urinario stimolato regione sovrapubica in pazienti con sindrome della vescica dolorosa [21] e [22] . Questo metodo è stato utilizzato per alleviare il dolore addominale, analogamente al principio della TENS quando utilizzato per il sollievo del dolore presumibilmente. Frequenza Successivamente questi pazienti anche sperimentato ridotta urinario [22] . Due studi successivi documentato un miglioramento dei parametri urodinamici in pazienti con iperattività del detrusore (DO), urgenza sensoriali, o problemi neurogena. Tuttavia, sulla base della letteratura, l'efficacia della stimolazione di un sito sovrapubica in pazienti con sintomi OAB non è dimostrata [23] e [24] .

Un altro approccio riferito ha utilizzato la stimolazione del muscolo della coscia in pazienti con lesioni del midollo spinale per alleviare la spasticità. In alcuni di questi casi, questo ha portato a miglioramenti di incontinenza da urgenza [25] e un aumento della capacità massima cistometria (MCC) e ridotta pressione massima del detrusore (MDP) [26] e [27] . Oltre a questo 6/19 pazienti hanno riportato un miglioramento clinico in incontinenza urinaria e la frequenza si estende per 3 mesi dopo il trattamento [26] .

Sulla base di questo, nella migliore delle ipotesi una limitata evidenza per la stimolazione in altri siti, l'approccio più logico per essere utilizzato in tecniche di stimolazione elettrica transcutanea sembra essere uno stimolo sacrale o PTNS in quanto sono indirizzati direttamente o indirettamente, la S₃ radice del midollo spinale.

3.4. Sono effetti acuti di stimolazione di significato clinico?

Un approccio ovvio per rispondere a questa domanda sarebbe quello di valutare l'efficacia della stimolazione elettrica nella soppressione del detrusore iperattività (DO), scelto perché presenta in molti pazienti con sintomi OAB [28]. Questo ha portato i ricercatori a studiare gli effetti acuti di stimolazione elettrica durante uno studio di urodinamica.

Cento e quaranta-sei pazienti con idiopatica detrusore instabilità (IDI), urgenza sensoriali, o DO secondaria a malattie neurogena mostrato miglioramenti in MCC ($p = 0,0009$) rispetto ai controlli (senza stimolazione) quando la stimolazione è stato applicato nel corso degli S₃ dermatomi [29]. Allo stesso modo Hasan et al. [12] stimolazione rispetto dello stesso sito sham e gruppi di controllo. Tuttavia, il confronto di stimolazione sovrapubica, sacrale e sham da Bower et al. [23] non hanno chiaramente dimostrato questi effetti immediati sulla MCC. Gli autori hanno concluso che il miglioramento osservato nel primo desiderio di void (FDV) in pazienti non possono essere funzionalmente importante, anche se una significativa riduzione della pressione massima del detrusore può suggerire potenziale efficacia in DO. Un altro approccio utilizzato la stimolazione condizionale per sopprimere le contrazioni della vescica in 12 pazienti affetti da SM con neurogena del detrusore iperattività (NDO) in un sito sacro [30] e in otto pazienti affetti da SM presso il PTN [31] utilizzando un elettrodo ago. Purtroppo, nessuno di questi pazienti aveva una risposta positiva rispetto alla dorsale stimolazione del pene in cui 10/12 pazienti erano in grado di sopprimere la contrazione del detrusore [30]. Il nervo dorsale del pene è una divisione del nervo pudendo e simili effetti della stimolazione elettrica è stato dimostrato quando stimolando il nervo pudendo sia in altri studi sugli esseri umani [32] e [33] e in modelli gatto animale [34] e [35]. Questo nervo è un nervo profondo nella regione pelvica. Anche se è stato suggerito che potrebbe essere mirata mediante elettrodi di superficie e una forma d'onda stimolazione specifica [34] e [35] siamo stati in grado di dimostrare i vantaggi di questa forma d'onda su una forma d'onda di stimolazione convenzionale [36]. Quindi sembrerebbe questo nervo può essere mirata solo con elettrodi impiantati elettrodi ad ago o allo stato attuale.

Allo stesso modo gli effetti incoerenti si applicano per gli studi TPTNS acuti, anche se Amarenco et al. [37] riportato risultati positivi nella metà della malattia neurologica dei pazienti ha studiato (MS, SCI, il morbo di Parkinson). Questi pazienti hanno mostrato un miglioramento del 50% in volume alla prima contrazione del detrusore e / o MCC di oltre il 50% del valore basale. Un precedente studio urodinamico non ha mostrato differenze significative in nessuno dei parametri urodinamici in 36 pazienti iperattività detrusoriale [12]. Questo risultato diverso potrebbe forse essere dovuto a diverse patologie osservati nei pazienti.

Nessuno dei due approcci alla ricerca di effetti acuti, sia a luogo stimolante, ha chiaramente e con fermezza dimostrata l'efficacia. Tuttavia, l'equilibrio della letteratura indica che i pazienti possono beneficiare di effetti neuromodulazione che potrebbero derivare da sessioni di stimolazione ripetuta, piuttosto che una singola applicazione. Inoltre, de Seze et al. [19] ha concluso che il trattamento può essere efficace anche in pazienti che non hanno risposto a un iniziale TTNS acute applicati durante i test urodinamica.

4. Discussione

4.1. Quali parametri di stimolazione?

La letteratura sui parametri di stimolazione utilizzati è riassunta in Tabella 1, Tabella 2 e Tabella 3. La posizione degli elettrodi e la gamma di parametri di stimolo sono suscettibili di essere fattori critici in tutte le forme di stimolazione. Parametri di stimolo rilevanti includono larghezza di impulso; pulse frequenza di ripetizione; lunghezza scoppio (se applicabile) e intensità dello stimolo (preferibilmente citato come corrente come la stimolazione di tensione accoppiata con incerta impedenza interfaccia elettrodo-tessuto porta a incertezza per quanto riguarda la forza dello stimolo fornito). La descrizione tecnica degli stimoli utilizzati in alcuni studi non dà tutti questi dettagli.

Tabella 1.

Letteratura rivedere gli effetti clinici e urodinamici di TENS durante l'applicazione a lungo termine.

Riferimento	Diagnostica / n pazienti caratteristiche	Luogo	parametri di impulso Stimolo			Schema di trattamento	Il miglioramento clinico (% dei pazienti)	valutazione urodinamica
			Frequenza	Durata dell'impulso	Intensità			
McGuire et al. 1983 [16]	MS, SCI, detrusore instabilità, IC	2 PTN / nervo 2 peroneo comune	-	-	-	-	80% diventato secco o migliorato dopo il trattamento	-
Hasan et al., 1996 [12]	LO VOGLIO	5 S ₂ - 9 S ₃ dermatomi, perianale	50 Hz	200 ms	sensazione di solletico	2-4 w, 2 gruppi	urgenza incontinenza 69%, 73% l'enuresi, frequenza urinaria 37% (tutti definito come il 50% beneficio)	MCC. il volume annullata, n. contrazioni di instabili significativamente e migliorata
Okada et al., 1998 [26]	DH, IDI	1 regione coscia 9	30 Hz, modello	200 ms	Max. sotto il dolore	2 w, 1 / d, 20 min	32% in incontinenza urinaria e frequenza	11/19 pazienti MCC incremento di oltre il 50%
Walsh et al., 1999 [13]	IVD refrattario	3 S ₃ dermatome 2 s	10 Hz	200 ms	-	1 w, 1 / d, giorno 12 ha	76% nella frequenza, riduzione del 56% in nicturia, urgenza Symptom Score sulla VAS non	-

Riferimento	Diagnostica / n pazienti caratteristiche	Luogo	parametri di impulso Stimolo			Schema di trattamento	Il miglioramento clinico (% dei pazienti)	valutazione urodinamica
			Frequenza	Durata dell'impulso	Intensità			
							significativamente migliorata	
Skeil et al., 2001 [15]	Neurologico	3 dermatomes 4 sacrali	20 Hz	200 ms	livello confortevole	6 w, 2 / giorno, 90 min	Significativo miglioramento episodi di incontinenza e la frequenza	Non significativamente cambiato
Soomro et al., 2001 [14]	IDI	4 S ₃ dermatome 3 s	20 Hz	200 ms	sensazione di solletico	6 w / fino a 360 min di attraversamento quotidiano	56% migliorato di oltre il 25% in numero di vuoti giornalieri	Non notevolmente cambiate rispetto al braccio di studio stimolazione
Svihra et al., 2002 [17]	OAB	2 PTN 8	1 Hz	100 ms	70% di risposta motoria	5 s, 1 / w, 30 min, 3 gruppi, controllo	56% dei questionari punteggio, gruppo di controllo nessun segno diff.	-
Yokozuka et al., 2004 [11]	Neurogena della vescica instabile, nicturia	1 Sacrale S ₂₋₈ S ₄ dermatomi	20 Hz 10 s su 5 s off	300 ms	Anal contr sfintere.	4 w, 2 / giorno, 15 min	55% migliorata in UUI e frequenza	44% ha aumentato MCC e la contrazione inibito
Bellette et al., 2009 [20]	OAB non neurogena, le donne	3 PTN 7	-	-	-	8 s, 2 / w, gruppo sham	Frequenza e l'urgenza migliorati in modo significativo in entrambi i gruppi	-
Schreiner et al., 2010 [18]	UUI, le donne anziane	5 PTN 1	10 Hz	200 ms	Alcuni risposta motoria	12 s, 1 / w, 30 min, il controllo	UUI migliorata in modo significativo nel	

Riferimento	Diagnostica / n pazienti caratteristiche	Luogo	parametri di impulso Stimolo			Schema di trattamento	Il miglioramento clinico (% dei pazienti)	valutazione urodinamica
			Frequenza	Durata dell'impulso	Intensità			
			a	o				
de Seze et al. 2011 [19]	SIGNORINA	7 PTN 0	10 Hz	200 ms	Sotto risposta motoria	3 m, 1 / giorno, 20 min	76% vs 26,9% dei pazienti nel gruppo di controllo 83,3% ha migliorato in via di urgenza in base al tempo, l'urgenza MHU sottoscala e la frequenza di avvertimento	no totale. dei pazienti iperattività del detrusore (86%) notevolmente diminuito al 73%
Booth et al. 2013 [45]	Vescica / Intestino erettile, anziani	3 PTN 0	10 Hz	200 ms	livello di comfort	12 s, 2 / w, 30 min, gruppo sham	Frequenza: 74% vs. 42% nel finto Urgenza: 74% vs 31% nel finto Incontinenza: 47% vs. 15% nel farsa	-

DH, detrusore iperreflessia; IC, cistite interstiziale; IDI, idiopatica detrusore instabilità; IDO, idiopatica detrusore iperattività; IVD, irritativa disfunzioni svuotamento; MCC, massimo della capacità cistometria; MHU, Mesure du Handicap urinaire; MS, sclerosi multipla; OAB, vescica iperattiva; PTN, posteriore nervo tibiale; SCI, lesioni del midollo spinale; SU, urgenza sensoriale; UUI, incontinenza da urgenza urinaria.

opzioni Tabella

Tavolo 2.

Letteratura rivedere gli effetti urodinamici acuti di TENS.

Primo anno autore	Diagnosi	n	Luogo	parametri di impulso Stimolo			dettagli di studio	esito Urodinamica
				Frequenza	Larghezza di impulso	Intensità		
Hasan et al., 1996 [12]	IDI	36	PTN sovrappubica	50 Hz	200 ms	sensazione di solletico	Parte della grande studio	Nessuna differenza significativa in uno qualsiasi dei parametri
		59	S ₂ - S ₃ T ₁₂ (sham) Controllo	50 Hz	200 ms	sensazione di solletico	3 gruppi, finzione, di controllo	MCC significativamente aumentata in S ₂ - S ₃ stimolazione in confronto a sham e controllo
Bower et al., 1998 [23]	DI, SU	79	sacrale	10 Hz	200 ms	Max. sensazione tollerabile	3 gruppi, sham	aumento max. DP e FDV
			sovrappubica	150 Hz	200 ms			aumento max. DP e FDV
			finzione	nessuno stimolo				aumento della MCC a Su pts.
Walsh et al., 2001 [29]	IDI, SU, DH (SCI, MS)	146	dermatomes perianali	10 Hz	200 ms	-	Gruppo di controllo	FDV ($p = 0,002$) e MCC ($p = 0.0009$) è migliorato in confronto al controllo
Amarenco et al., 2003 [37]	MS, SCI, PD, 44 IDI	PTN		10 Hz	200 ms	Sotto risposta motoria	effetto acuto	48% (21/44) aumento del volume a FIDC, 34% (15/44) è aumentata MCC
Fjorback et al., 2007 [30]	SIGNORINA	12	sacrale	20 Hz	500 ms	50-60 mA	stimolazione condizionale	0/12 erano in grado di repressa contrazione del detrusore
			DPN	20 Hz	500 ms	50-60 mA		10/12 erano in grado di repressa contrazione del detrusore

DH, detrusore iperreflessia; DI, detrusore instabilità; DPN, dorsale del pene / nervo del clitoride; FDV, primo desiderio di urinare; FIDC, prima contrazione involontaria del muscolo detrusore; IDI, idiopatica detrusore instabilità; MCC, massimo della capacità cistometria; MS, sclerosi multipla; PD, il morbo di Parkinson; PTN, posteriore nervo tibiale; SCI, lesioni del midollo spinale; SU, urgenza sensoriale.

Tabella 3.

Sintesi di studi esaminati in base al loro tipo e il sito di stimolazione.

	non di controllo	controllo placebo	Altra forma di controllo
sacrale	Yokozuka et al. [11] Skeil e Thorpe [15] Walsh et al. [13]	Bower et al. [23] Hasan et al. [12]	Fjorback et al. [30] Walsh et al. [29] Soomro et al. [14]
PTNS	Amarenco et al. [37] De Seze et al. [19] McGuire et al. [16]	Booth et al. [45] Bellette et al. [20] Svihra et al. [17] Hasan et al. [12]	Schreiner et al. [18]
Sovrapubica / altro	Okada et al. [26]	Bower et al. [23]	Hasan et al. [12]

opzioni Tabella

Per raggiungere sacrale stimolazione Yokozuka et al. [11] i pazienti incaricati di mettere elettrodi di superficie sulle forame sacrale posteriore e per aumentare l'intensità di stimolazione fino ad una contrazione anale potrebbe essere sentito. Essi hanno ipotizzato che, nei casi in cui non vi era alcun miglioramento, elettrodi non sono stati collocati nella posizione corretta o l'intensità non era abbastanza alto a causa di disagio associato. Vi è il supporto per Takahashi e Tanaka [38] in cui lievi cambiamenti nella posizione degli elettrodi hanno prodotto notevoli cambiamenti apparenti nella risposta della pressione uretrale [11]. Gli studi di stimolazione sacrale ad oggi riportati di solito hanno elettrodi posizionati in fori sacrali o sulle natiche sovrastante la S₂ e S₃ dermatomi. Il posizionamento preciso degli elettrodi su siti sacri varia tra studi, presumibilmente perché la posizione dei dermatomeri sacrali è incerta [39] e [40]. L'intensità della corrente di stimolazione era solitamente fissato ad un massimo dettato dalla soglia del dolore. In altri studi, i pazienti sono stati istruiti a impostare una intensità che ha prodotto una sensazione di solletico [12], [14] e [15]. Tronchi nervosi (radici) in queste aree si trovano in profondità all'interno forami ed è improbabile che questi venivano direttamente stimolati a livello di intensità dello stimolo in uso. Tuttavia, i nervi cutanei nei dermatomeri sono facili da stimolare e stimolazione di fibre sensoriali quindi superficiale, che può portare sia alla modulazione diretta e indiretta di spinali riflessi del midollo meccanismi, può spiegare gli effetti riportati. Inoltre, l'intensità che produce contrazione dello sfintere anale [11] comporta la stimolazione dei nervi motori attivando così meccanismi diversi e anzi può causare notevoli disagi ai pazienti. Il chiarimento del sito esatto di stimolazione e della intensità richiesta deve essere affrontato in futuro lavoro. Sulla base delle prove a disposizione non siamo in grado di concludere quali sono i migliori parametri di stimolazione da utilizzare per la stimolazione sacrale. La descrizione originale di PTNS da McGuire et al. [16] non è stato ripetuto in termini di posizione degli elettrodi. La maggior parte degli studi collocano gli elettrodi vicino al malleolo mediale, dove il PTN è relativamente superficiale. Non è chiaro su quale gamba hanno bisogno gli elettrodi per essere immessi sul per una risposta ottimale, e se questo è importante; alcuni autori posti elettrodi sulla gamba sinistra [17], [20] e [37], mentre altri sulla gamba destra [18], [19] e [31]. Può anche essere più efficace per posizionare gli elettrodi a livello bilaterale, anche se nessuno studio ha ancora esaminato questa. Nel descrivere l'impostazione di intensità di corrente, alcuni degli studi presentate risposte motorie durante stimolazione [17] e [18]. In altri studi, l'intensità di stimolazione è stato impostato sia appena al di sotto della soglia del motore [37] o appena sopra la soglia di percezione [19].

Lo studio riportare i risultati terapeutici più promettenti è quella di de Seze et al. [19], che ha segnalato PTNS successo per i sintomi OAB in pazienti con SM. Intensità di stimolazione in questo studio è stato fissato dietro la soglia di percezione e pazienti non ha riferito risposte motorie a seguito della stimolazione. Quindi solo fibre sensitive o nervi cutanei sovrastanti il PTN probabilmente sono stati stimolati, che suggerisce questo può essere sufficiente per il trattamento di OAB. Se il trattamento è auto-somministrato, è probabile che il paziente preferirebbe livelli di stimolazione più bassi, che possono poi portare alla stimolazione dei nervi cutanei solo piuttosto che il tibiale posteriore nervo stesso.

4.2. metodologia di stimolazione Sham

Ricerca di possibili effetti placebo è probabilmente essenziale nello studio di nuove terapie e questo è particolarmente il caso con tecniche di stimolazione elettrica a causa delle sensazioni che provocano. Tuttavia, a causa di queste sensazioni, la produzione di stimolazione elettrica sham può essere difficile. Una metodologia interessante per finzione è stata effettuata in uno studio di bambini con OAB, dove, in un braccio dello studio, la stimolazione è stato applicato sopra la scapola, dove ci si aspetterebbe effetti sul controllo delle basse vie urinarie che si verifichi [41]. Allo stesso modo Hasan et al. [12] TENS applicato sopra la T₁₂ dermatome che ha agito come un placebo.

La stimolazione elettrica al di sotto dei livelli di soglia del motore provoca sensazioni di formicolio dovuto alla stimolazione delle strutture nervose sensoriali cutanee. Un'opzione alternativa per una metodologia di finzione può essere di diminuire gradualmente l'intensità di stimolazione a zero dopo pochi secondi di utilizzo e di indicare al soggetto che gli stimoli sensazione potrebbe svanire con il tempo. Questo è un approccio ampiamente utilizzato nelle tecniche come la stimolazione corrente transcranial [42]. Inoltre, il soggetto può adattano a tali stimoli che non sono realmente in grado di riconoscere se la stimolazione persiste o no. Questo assuefazione è probabile che dipendono dalla frequenza di stimolazione usato, la forza degli stimoli applicati e sulle risposte soggettive personali.

Un altro approccio nelle indagini effetto placebo potrebbe essere quella di applicare gli elettrodi sulla stessa area della pelle, ma senza corrente di stimolazione utilizzando stimolatori modificati per questo scopo [43]. Tuttavia, questo presuppone che il paziente deve essere ingenuo stimolazione elettrica e, quindi, senza sapere che essa provoca sensazione.

Leroi et al. [44] eseguito uno studio controllato verso sham randomizzato in cui i pazienti non è stato detto che essi possano ricevere la stimolazione simulata. I pazienti sono stati randomizzati in gruppi stimoli attivi e fittizi. Questa metodologia è stata approvata dal loro comitato etico locale, anche se i redattori della rivista in cui sono successivamente pubblicate fortemente scoraggiare ulteriormente gli investigatori di utilizzare tale metodologia come hanno pensato che potrebbe rappresentare una violazione della Dichiarazione di Helsinki. Noi pensiamo che questo è un approccio giustificabile per superare i problemi tecnici di stimoli fittizi ad essa assoggettati in fase di approvazione da parte del comitato etico appropriata. Tuttavia, il beneficio per il paziente di un tale accordo deve essere considerato e l'offerta di trattamento attivo, dopo lo studio potrebbe affrontare questo problema.

5. conclusione

La scelta dei parametri di stimolazione, la posizione della stimolazione applicata, le misure di esito utilizzate e le condizioni di base ed i sintomi studiati sono molto diverse nella letteratura fino ad oggi. C'è poco a lungo termine dati di follow-up pubblicati in letteratura e quindi il regime di trattamento di produrre benefici in corso non è chiaro.

Il consenso attuale è che il sito più promettente di stimolazione è S₃ zona del midollo spinale sulla regione sacrale o sopra il nervo tibiale posteriore, ma non è chiaro quale approccio stimolo consegna è il più efficace. Poco si sa circa i meccanismi alla base di azione e che hanno bisogno di essere stimolati strutture esatte.

Tuttavia ci sono prove allettante per l'efficacia dell'approccio stimolazione transcutanea, anche se ulteriori ampi studi controllati con placebo sono tenuti a fornire una solida base di conoscenze. La standardizzazione del futuro metodologia di processo è importante per permettere di effettuare confronti tra gli studi e protocolli di stimolazione.

C