



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE MEDICHE E CHIRURGICHE - DIMEC  
CORSO DI LAUREA IN TECNICHE DI RADIOLOGIA MEDICA PER  
IMMAGINI E RADIOTERAPIA

# **Studio del Nervo Pudendo in Risonanza Magnetica**

**Relatore**

**Prof. Luigi Cirillo**

**Presentata da**

**Vitória Lombardi Barbosa Brasil**

**Correlatore**

**Dott. Vittorio Piloni**

**Matricola: 0001029085**

**I sessione**

**Anno Accademico 2023/2024**

## Sommario

<b>INTRODUZIONE</b> .....	4
<b>1. Sistema nervoso</b> .....	5
1.1 Sistema nervoso centrale.....	6
1.2 Sistema nervoso periferico.....	6
1.2.1 Sistema nervoso periferico somatico.....	6
1.2.2 Sistema nervoso periferico autonomo.....	6
<b>2. Nervo pudendo</b> .....	6
<b>3. Pavimento pelvico e dolore pelvico cronico</b> .....	10
<b>4. Neuropatia del pudendo come causa del dolore pelvico cronico</b> .....	11
4.1 Criteri di inclusione diagnostici essenziali.....	13
4.2 Criteri complementari alla diagnosi.....	14
4.3 Segni associati senza che siano però un criterio di esclusione alla diagnosi.....	15
4.4 Criteri di esclusione della malattia.....	15
4.5 I principali sintomi oggi scientificamente riconosciuti di lesione al nervo pudendo.....	16
4.6 Conseguenze della neuropatia del pudendo cronica.....	17
4.6.1 Statistiche sulla prognosi.....	18
4.6.2 Ipertono del pavimento pelvico e vulvodinia come cause o conseguenze della neuropatia del pudendo.....	18
4.6.3 Impatto psicologico della malattia.....	19
<b>5. Diagnostica strumentale</b> .....	20
5.1 Neurofisiologia del pavimento pelvico.....	20
5.2 Elettromiografia (EMG).....	21
5.2.1 Elettromiografia ad ago concentrico (CNEMG) della muscolatura perineale.....	21
5.2.2 Elettromiografia a superficie.....	22
5.3 Latenza motoria terminale del nervo pudendo (PNTML).....	22
5.4 Potenziali evocati somato-sensoriali (PESS) corticali e spinali del nervo pudendo.....	22
5.5 Potenziali evocati motori (PEM) dei muscoli perineali.....	23
<b>6. Diagnostica per immagine</b> .....	23
6.1 Ecografia ad alta risoluzione (US).....	23
6.2 Principi di base della risonanza magnetica.....	25
<b>7. Studio del nervo pudendo in risonanza magnetica</b> .....	27
7.1 Tecnica di imaging.....	28
7.2 Artefatto da magic angle.....	33
7.2.1 Come evitare la presenza dell'artefatto da magic angle.....	34
7.3 Confronto tra le metodiche strumentali diagnostiche.....	35
<b>8. Casi clinici</b> .....	37
<b>9. Conclusioni e prospettive ricavate dall'elaborato</b> .....	38

<b>Sitografia .....</b>	<b>42</b>
<b>Fonti Bibliografiche .....</b>	<b>43</b>

## INTRODUZIONE

Questo elaborato si concentra sull'analisi del nervo pudendo e del suo fondamentale ruolo nelle funzioni pelviche e nelle patologie ad esso correlate, in particolare la neuropatia del pudendo e il dolore pelvico cronico. Questo studio dimostra la possibilità di utilizzare differenti metodiche diagnostiche per identificare anomalie a carico del nervo, con un'attenzione particolare alla risonanza magnetica (RM), che offre notevoli vantaggi rispetto alle altre tecniche analizzate.

La scelta del tema è motivata dall'esigenza di aumentare la consapevolezza riguardo a queste condizioni, spesso trascurate, e alle tecniche diagnostiche disponibili per una diagnosi precoce della malattia. La difficoltà nella diagnosi tempestiva della neuropatia rende indispensabile uno studio approfondito del nervo pudendo, al fine di migliorare le opzioni terapeutiche, limitando le conseguenze delle diagnosi tardive.

La metodologia adottata si fonda su una revisione della letteratura scientifica riguardante l'impiego della RM, confrontando la sua efficacia con altre tecniche, come quelle neurofisiologiche ed ecografiche, ed infine proponendola come metodo diagnostico preferibile per lo studio del nervo pudendo, identificando i protocolli ottimali per rilevare eventuali alterazioni di natura neurogena.

La tesi è suddivisa in 9 capitoli, con il penultimo dedicato alla presentazione della ricerca condotta per questo studio, in cui vengono analizzati cinque casi clinici di pazienti affetti da tale patologia, dimostrando come la risonanza magnetica sia stata fondamentale per una diagnosi accurata.

Nelle conclusioni si esaminano i dati scientifici e di ricerca raccolti nell'elaborato, che comprovano i significativi ritardi nelle diagnosi e i rischi di cronicizzazione della malattia. Si evidenzia l'urgenza di implementare percorsi di formazione a tutti i professionisti sanitari, compresi i tecnici di radiologia, per aumentare la consapevolezza sui sintomi di questa malattia, favorendo così la possibilità di avere diagnosi più tempestive e pertanto migliorare la qualità di vita dei pazienti. Infine si dimostra come la RM sia la metodica diagnostica che consente la migliore visualizzazione dettagliata del nervo pudendo.

## **1. Sistema Nervoso**

Il tessuto nervoso costituisce la base strutturale e funzionale del sistema nervoso ed è composto da neuroni e cellule di supporto, chiamate cellule della glia, deputate anche alla formazione della guaina mielinica isolante, interrotta in corrispondenza dei cosiddetti nodi di Ranvier. I neuroni sono formati dal soma, che contiene il nucleo e altri organelli, e da prolungamenti chiamati dendriti e assone. I dendriti ricevono segnali elettrici, mentre l'assone trasmette il segnale ad altre cellule. I neuroni si dividono in afferenti (sensitivi), interneuroni ed efferenti (motori). Gli impulsi nervosi, di natura elettrochimica, vengono generati dal potenziale d'azione della membrana neuronale e propagati lungo l'assone. La propagazione dello stimolo avviene esclusivamente in una direzione e procede «saltando» da un nodo di Ranvier all'altro, avanzando molto più rapidamente di quanto farebbe se dovesse percorrere l'intero assone. L'impulso nervoso viene trasferito da una cellula all'altra e alle cellule muscolari attraverso le sinapsi, che possono essere elettriche o chimiche.

Il sistema nervoso è costituito da un complesso di organi, il cui compito è quello di mettere in relazione tutte le parti dell'organismo tra di loro e con l'ambiente esterno. Esso è suddiviso in sistema nervoso centrale e sistema nervoso periferico.

### **1.1 Sistema nervoso centrale**

Il sistema nervoso centrale è costituito da due porzioni fondamentali: l'encefalo, accolto nella scatola cranica, e il midollo spinale, contenuto nel canale della colonna vertebrale. L'encefalo è l'organo più importante per l'acquisizione delle informazioni, il controllo motorio e per il mantenimento dell'omeostasi nel corpo umano. Il midollo spinale ha la funzione principale di trasportare le informazioni dal sistema nervoso periferico all'encefalo e viceversa. Possiede inoltre la capacità di produrre risposte immediate senza l'elaborazione da parte del cervello qualora fosse sottoposto a stimoli intensi. Al midollo spinale sono connesse le strutture del sistema nervoso periferico, come i nervi spinali e i gangli.

### **1.2 Sistema nervoso periferico:**

Il sistema nervoso periferico è costituito da numerosi nervi che formano una rete estesa in tutto il corpo. È suddiviso in sistema nervoso somatico, anche detto volontario, e sistema nervoso autonomo, detto anche involontario.

### 1.2.1 Sistema nervoso periferico somatico

Il sistema nervoso somatico è composto da fibre nervose periferiche e ha la funzione di trasportare tutte le informazioni che riguardano i movimenti e l'espressione dei sensi dal sistema nervoso centrale a tutto il corpo, e viceversa. È anche associato ai movimenti involontari, quelli che si verificano senza che vi sia un comando dal cervello e che sono provocati quando una via nervosa si connette al midollo spinale.

### 1.2.2 Sistema nervoso periferico autonomo

Il sistema nervoso autonomo è costituito da nervi motori ed è composto da tre sistemi con effetti contrapposti sugli organi innervati:

- Sistema simpatico: Attivo in situazioni di stress e sforzo, accelera il battito cardiaco, aumenta la pressione sanguigna e il livello di glucosio nel sangue.
- Sistema parasimpatico: Favorisce il rilassamento, la digestione e l'eliminazione dei rifiuti corporei, predominando nelle situazioni di tranquillità.
- Sistema enterico: Riceve impulsi dal sistema simpatico e parasimpatico e controlla le funzioni motorie e secretorie dell'intestino.

Il sistema simpatico domina durante la risposta "combatti o fuggi", mentre il parasimpatico è prevalente durante "sazietà e riposo". Questi due sistemi agiscono in maniera antagonista sugli stessi organi.

## **2. Nervo Pudendo**

I nervi sono strutture del sistema nervoso periferico, che risultano dal raggruppamento di più assoni e che hanno il compito di trasportare gli impulsi nervosi dal sistema nervoso centrale alla periferia, e viceversa. I plessi nervosi sono reti complesse di nervi intrecciati che permettono la distribuzione delle fibre nervose a vari organi e tessuti. Esistono diversi plessi nervosi nel corpo umano, ciascuno con una funzione specifica e un'area di innervazione distinta.

Sebbene non sia sempre chiaramente distinguibile dal plesso sacrale, ma ne fa parte insieme al plesso ischiatico e coccigeo, il plesso pudendo rappresenta uno dei sei plessi del sistema nervoso periferico. È composto prevalentemente da fibre che provengono dal ramo ventrale di S3 a cui si aggiungono fibre provenienti da S2 e da S4. È situato anteriormente

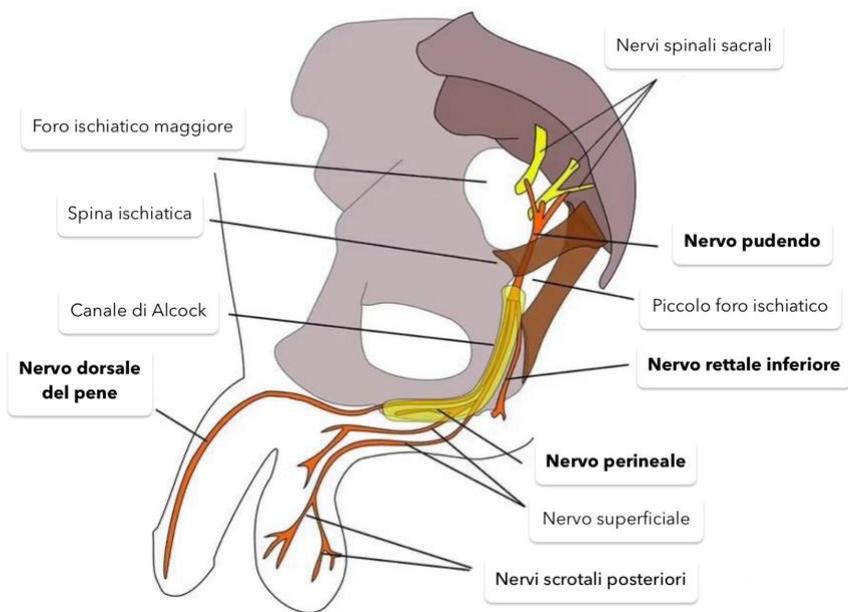
sul margine superiore del muscolo ischio-coccigeo ed è fissato, insieme ai vasi sacrali laterali, alle pareti laterali della piccola pelvi dalla fascia pelvica che gli aderisce anteriormente. Inoltre, è applicato sulla parte inferiore del muscolo piriforme.

I rami collaterali del plesso pudendo si dividono in rami viscerali e rami somatici.

- I rami collaterali viscerali sono fibre mieliniche pre-gangliari provenienti dal segmento parasimpatico sacrale del midollo spinale. Si staccano dalla porzione anteriore del plesso pudendo e raggiungono organi pelvici quali la vescica, il retto e la vagina. Tali fibre possono decorrere indipendentemente e raggiungere le pareti del loro organo bersaglio, oppure possono entrare a far parte del plesso pelvico o del plesso ipogastrico, di pertinenza del sistema nervoso simpatico.
- I rami collaterali somatici sono rappresentati da un nervo muscolare, uno sensitivo uno misto.

Il plesso pudendo emette un unico grosso ramo terminale, il nervo pudendo, che raccoglie fibre da tutte le radici del plesso e del quale perciò rappresenta la continuazione. Il nervo pudendo è un nervo fondamentale del sistema nervoso periferico, responsabile dell'innervazione sensitiva e motoria della regione perineale, inclusi i genitali esterni, l'ano e i muscoli del pavimento pelvico. Il nervo pudendo trasmette segnali dal sistema nervoso centrale per il controllo volontario e riflesso della minzione, della defecazione e della funzione sessuale, e al tempo stesso trasmette informazioni sensoriali da queste aree al cervello.

Il nervo pudendo è un nervo misto, attraverso il quale scorrono fibre motorie, sensitive e autonome. Come mostrato nelle figure 1 e 2, il nervo pudendo emerge dalla pelvi attraverso il foro ischiatico maggiore, con un decorso caudale al muscolo piriforme e al nervo sciatico. Il nervo è accompagnato dall'arteria e dalla vena pudenda, che seguono il nervo per tutto il suo decorso. Successivamente, questo fascio neurovascolare rientra nella pelvi attraverso il forame ischiatico minore, dorsale al legamento sacrospinoso e ventrale al legamento sacrotuberoso. Si dispone, quindi, al di sotto del muscolo elevatore dell'ano, in un canale definito canale dell'Alcock (Pudendal canal), formato dallo sdoppiamento della fascia del muscolo otturatore interno verso la regione perineale.



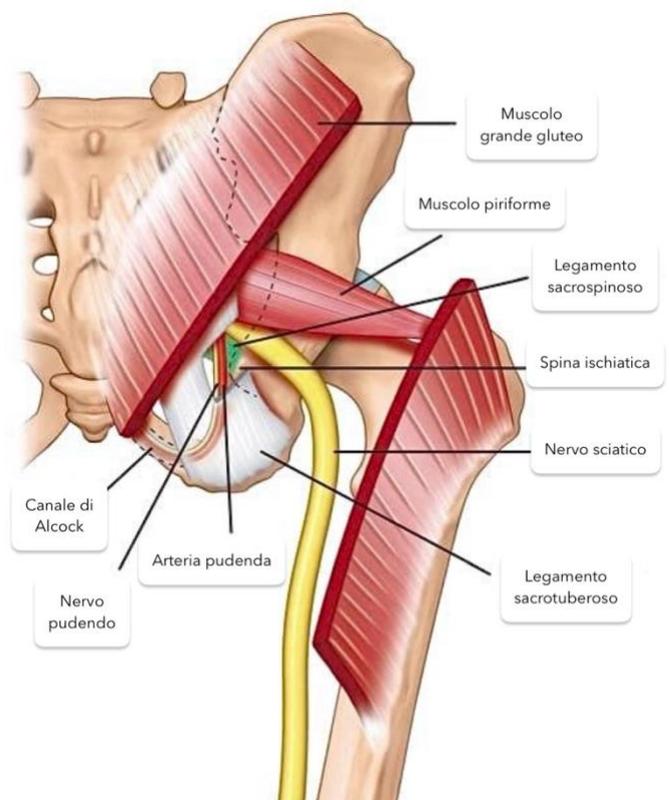
**FIGURA 1:** Anatomia del decorso del nervo pudendo<sup>[Sitografia-10]</sup>

Più frequentemente il nervo può essere compresso di tra i legamenti sacrospinoso e sacrotuberoso. A livello del canale di Alcock, il nervo può essere compresso dal processo falciforme del legamento sacrotuberoso. Se ispessita, la duplicazione della fascia otturatoria può anche contribuire essa stessa all'intrappolamento, portando a una sindrome chiamata neuropatia del pudendo, detta anche sindrome di Alcock o sindrome da intrappolamento del nervo

pudendo.

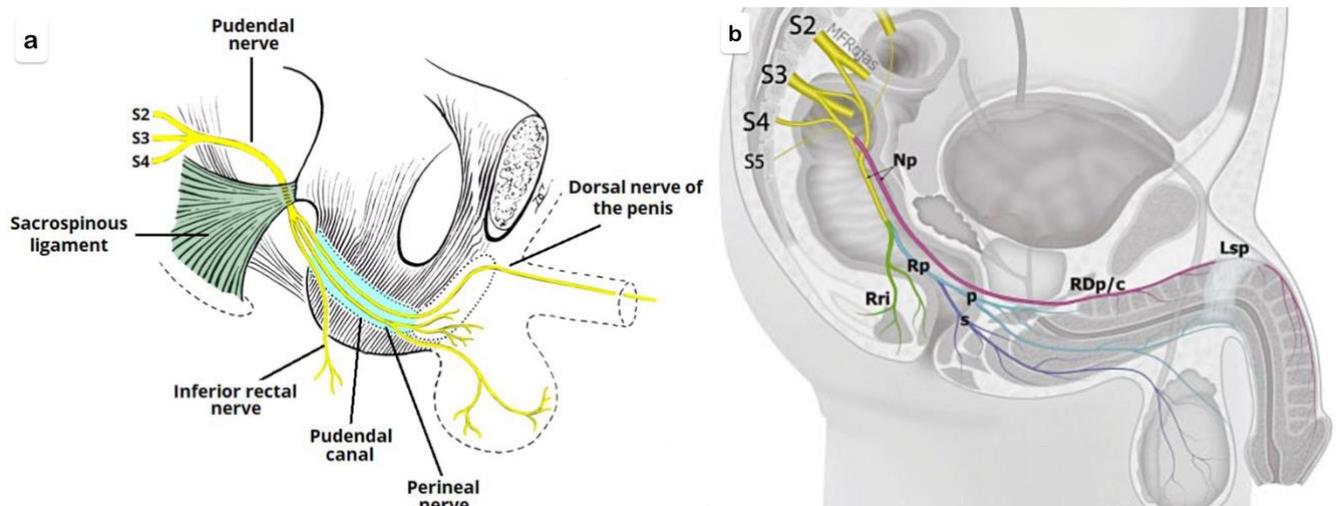
Il nervo pudendo svolge funzioni sia motorie che sensitive, e nonostante sia stata dimostrata una grande variabilità anatomica, esso si divide in tre rami terminali (Fig.3), che, in ordine di comparsa lungo il percorso del nervo in questione, sono:

- Nervi rettali inferiori (o nervi emorroidali inferiori): la sua origine dal nervo pudendo è altamente variabile e può verificarsi a livello del legamento sacrospinoso, prima dell'entrata nel canale di Alcock, nel canale stesso o dopo l'uscita dal canale. Il ramo rettale attraversa la fossa ischioanale fornendo innervazione sia sensitiva che motoria alla zona del canale anale e alla pelle circostante, nonché ai muscoli dello sfintere anale esterno.



**FIGURA 2:** Anatomia del decorso del nervo pudendo in relazione ai muscoli e ai legamenti presenti alla pelvi<sup>[Sitografia-10]</sup>

- Nervo perineale: viene considerato come diretta prosecuzione del nervo pudendo; insieme all'arteria omonima, penetra medialmente la fascia interna del muscolo otturatore scivolando verso la base del diaframma urogenitale dove si biforca nei suoi rami terminali superficiali e profondo. A livello del muscolo trasverso del perineo si divide in un ramo profondo e uno superficiale. Il ramo superficiale emerge dalla faccia esterna del muscolo trasverso superficiale del perineo e diventa sottocutaneo. Si distribuisce alla cute del perineo, allo scroto, alla faccia inferiore del pene, oppure, nella donna, si distribuisce alle grandi labbra. Ha come funzione fornire innervazione sensitiva alla pelle del perineo. Mentre il ramo profondo si inserisce tra i due muscoli trasversi del perineo (profondo e superficiale) e va ad innervare, con i rami motori, i muscoli trasversi del perineo, ischio-cavernosi, bulbo-cavernosi e sfintere uretrale; con i rami sensitivi, il bulbo e la mucosa dell'uretra. Ha come funzione l'innervazione motoria ai muscoli del perineo. L'azione di dominio sugli sfinteri anale esterno e uretrale esterno investe il nervo pudendo della carica di nervo deputato al controllo volontario della continenza fecale, urinaria e sessuale, svolgendo quindi una funzione autonoma. Anche se non è di per sé un nervo autonomo.
- Nervo dorsale del pene o del clitoride: esce dal canale di Alcock e giunge al margine inferiore della sinfisi pubica, sotto il legamento sotto-pubico e prosegue verso il dorso del pene o del clitoride, tra fasci del legamento sospensore, accompagnato dai vasi omonimi. Nel maschio, il nervo decorre sul dorso del pene tra i due corpi cavernosi, fino al glande; nella femmina, essendo più corto, si dissolve al clitoride e a parte delle piccole labbra. Innerva i corpi cavernosi. Questi rami permettono al nervo pudendo di svolgere le sue funzioni principali.



**FIGURA 3:** Rappresenta le ramificazioni del nervo pudendo; (a) [sitografia-18]; Np: nervo pudendo; Lsp: legamento sospensore del pene; RDp/c: ramo dorsale del pene/clitoride; Rp: ramo perineale; Rri: ramo rettale inferiore; s: superficiale; p: profondo (b) [Bibliografia-2]

Il 30% del nervo è costituito da fibre autonome che intervengono nell'erezione e nella sensazione di distensione vescicale e rettale. Il 70% sono fibre somatiche, delle quali il 50% sono sensitive e innervano la pelle del perineo e dei genitali esterni; il 20% sono motorie e innervano lo sfintere anale esterno, il muscolo elevatore dell'ano, il muscolo bulbo e ischiocavernoso, lo sfintere striato dell'uretra e i muscoli perineali profondi e superficiali. Per questo motivo, è importante sottolineare la sua rilevanza funzionale nella minzione, defecazione, erezione, eiaculazione e parto. Infatti, il nervo pudendo contiene fibre pregangliari parasimpatiche dirette ai vasi arteriosi degli organi genitali, che ne stimolano la vasodilatazione (nel maschio l'azione parasimpatica di tali fibre produce l'erezione del pene). Il percorso del nervo lungo il canale di Alcock e il percorso interlegamentoso sono le zone più suscettibili a presentare intrappolamento del nervo.

Lesioni o disfunzioni di questo nervo possono portare a condizioni debilitanti come l'incontinenza urinaria o fecale, dolore pelvico cronico e disfunzioni sessuali. Le cause di lesione possono essere molteplici, e i sintomi possono variare a seconda dell'entità e della localizzazione del danno.

### **3. Pavimento Pelvico e dolore pelvico cronico**

Il nervo pudendo è il principale nervo del pavimento pelvico e svolge un ruolo cruciale nell'innervazione dei muscoli e dei tessuti che supportano gli organi pelvici, la continenza urinaria e fecale, e la funzione sessuale. Attraverso il nervo pudendo, il sistema nervoso periferico fornisce l'innervazione sensoriale e motoria ai muscoli e agli organi del pavimento pelvico e trasmette sensazioni delle aree perineali e genitali al sistema nervoso centrale. Questa relazione è fondamentale per il corretto funzionamento delle funzioni urologiche, gastrointestinali e sessuali. Il dolore pelvico cronico è definito come un dolore non ciclico localizzato nella regione pelvica, nella parete addominale anteriore (sotto la linea ombelicale), nella regione lombo-sacrale e/o nei glutei, che persiste per almeno 6 mesi, di entità sufficiente da causare disabilità funzionale e/o richiedere cure farmacologiche generiche. Sebbene la prevalenza del dolore pelvico cronico nella popolazione generale in entrambe i sessi non sia ancora completamente definita, si stima che ne siano affette circa il 15% o 20% delle donne di età compresa tra i 18 e i 50 anni. Si calcola che negli uomini circa l'8% delle visite urologiche e l'1% delle visite mediche generiche siano correlate a dolore pelvico cronico. I pazienti affetti da dolore pelvico cronico impiegano spesso troppi

anni per giungere ad una diagnosi certa. Tali ritardi influiscono in maniera significativa sul peggioramento della qualità della vita del paziente, con ricadute emotive e psicologiche.

#### **4. Neuropatia del pudendo come causa del dolore pelvico cronico**

Nel 1987, il neurologo francese Gerard Amarengo descrisse per la prima volta la sindrome da intrappolamento del nervo pudendo, riferendosi al dolore perineale che presentavano alcuni ciclisti e che negli studi di elettrofisiologia si correlava con l'intrappolamento del nervo nel suo passaggio attraverso il canale di Alcock; fu inizialmente denominata "paralisi perineale del ciclista". Questo lavoro pionieristico gettò le basi per ulteriori ricerche nel campo.

Successivamente, nel 1966, Il professor Didier Boisson, un altro importante ricercatore nel campo, ha ulteriormente esplorato e descritto la neuropatia del pudendo come una neuropatia da "entrapment". Intatti, sosteneva che l'intrappolamento è senza dubbio la causa più frequente di neuropatia del pudendo. Boisson ha dato il suo contributo nella definizione dei sintomi, delle cause e delle tecniche diagnostiche, distinguendo la neuropatia del nervo pudendo da altre condizioni con sintomi simili. Il suo lavoro ha ampliato la comprensione della condizione e ha migliorato le opzioni di trattamento disponibili. Ha pubblicato articoli e partecipato a conferenze che hanno aumentato la consapevolezza e la comprensione della patologia tra i professionisti sanitari.

La sindrome è caratterizzata da un dolore neuropatico lungo il percorso del nervo pudendo, che peggiora durante la giornata o con la posizione seduta, senza deficit sensitivo associato. È raramente sospettata, identificata e diagnosticata, poiché i suoi sintomi variabili possono simulare altre malattie, come disturbi urologici, ginecologici, gastroenterologici o persino psichiatrici. L'incidenza di questa malattia è di 1/100.000 nella popolazione generale, con il genere femminile maggiormente colpito. Secondo Orphanet, la neuropatia del pudendo è presente nel 4% dei pazienti che consultano per dolore pelvico cronico, interessando 7 donne ogni 3 uomini. Tuttavia, si ritiene che la sua incidenza e prevalenza siano sottostimate, una volta che la neuropatia del nervo pudendo è spesso soggetta a un ritardo diagnostico significativo a causa della complessità dei sintomi e della difficoltà nel riconoscere la condizione. Le statistiche scientifiche riportano che il ritardo diagnostico può variare da 2 a 10 anni, con una media che si aggira intorno ai 4-5 anni. Una delle principali cause del ritardo diagnostico di questa malattia è la scarsa consapevolezza e conoscenza

della neuropatia del pudendo tra i professionisti sanitari. Il ritardo diagnostico può aggravare i sintomi e rendere più complesso il trattamento della condizione. Il trattamento tempestivo è essenziale per migliorare la prognosi e la qualità della vita dei pazienti.

La lesione del nervo pudendo può verificarsi a causa di processi meccanici, infettivi o immunologici. La compressione meccanica è spesso secondaria a un intrappolamento del nervo o a cause neurovascolari, che includono varici o multiple interconnessioni venose. Tuttavia, esistono altre cause, come lo spasmo muscolare del pavimento pelvico o il tessuto cicatriziale da precedenti interventi chirurgici. Il meccanismo di lesione può derivare principalmente dalla compressione o dallo stiramento delle fibre nervose. Tali lesioni generano un'alterazione della permeabilità vascolare, una proliferazione di fibroblasti, edema locale o disturbi ionici che compromettono la conduzione nervosa. La persistenza della lesione può culminare in una demielinizzazione progressiva del nervo, con alterazione della fosforilazione ossidativa e produzione di ATP, causando una disfunzione della pompa Na-K, del trasporto assonico e dell'integrità della membrana, compromettendo così la fisiologia normale delle fibre nervose. La gravità e la reversibilità del danno dipendono dal tempo di evoluzione della lesione.

La causa della sindrome non è sempre chiara. Tuttavia, è possibile riscontrare un precedente di compressione o stiramento del nervo, come, ad esempio, la pratica del ciclismo o dell'equitazione, il rimanere seduti per lunghi periodi di tempo, precedenti interventi chirurgici pelvici o lesioni traumatiche della regione perineale, parti vaginali, radioterapia degli organi pelvici che causa cambiamenti morfologici o strutturali nei tessuti, o interventi chirurgici pelvici e ortopedici.

Poiché non esistevano test diagnostici specifici per identificare la neuropatia del nervo pudendo, sono stati elaborati i cosiddetti "Criteri di Nantes", con l'obiettivo di fornire un numero limitato di criteri semplici, progettati per evitare diagnosi eccessive o errate della neuropatia del nervo pudendo. Tutti i medici che si occupano di patologie del perineo dovrebbero avere familiarità con questi criteri, ma, a causa della loro natura inevitabilmente semplificata, potrebbero necessitare di essere adattati caso per caso da esperti, in base al contesto clinico.

Questi criteri furono inizialmente ideati dal Dottor Roger Robert e furono discussi e validati da un gruppo multidisciplinare e dal Club d'électrophysiologie périnéale (Francophone perineal electrophysiology club) a Nantes, in Francia, dal 23 al 26 settembre del 2006. Successivamente, furono approvati dal SIFUP PP (Société Interdisciplinaire Francophone d'Urodynamique et de Pelvi-Périnéologie). Con questo studio, la neurofisiologia clinica ha notevolmente migliorato la conoscenza di questa malattia; tuttavia, ne sono stati definiti anche i limiti. Deve essere considerata un'indagine approfondita, ma non può mai essere usata per confermare formalmente o escludere la diagnosi di neuropatia del pudendo, poiché non è in grado di coprire tutte le situazioni cliniche. Ciò è dovuto anche al fatto che l'espressione del dolore è estremamente variabile e questo tipo di dolore è particolarmente complesso, in quanto spesso associato a sintomi funzionali multipli e difficili da interpretare. In ogni caso, tali criteri sono validi e mirano a facilitare il percorso diagnostico e terapeutico della malattia.

**4.1 Criteri di inclusione diagnostici essenziali:** Questi cinque criteri sono considerati essenziali e devono quindi essere tutti presenti per concludere con una diagnosi clinica di sindrome da intrappolamento del nervo pudendo:

- Il dolore è correlato alla distribuzione anatomica del nervo pudendo, che si estende dall'ano al clitoride o al pene. Il dolore può essere superficiale o situato più in profondità nella regione anorettale, vulvovaginale e nell'uretra distale. Questo criterio esclude il dolore confinato esclusivamente alla regione coccigea, al sacro, alle natiche, al pube e alla regione ipogastrica, anche se la nevralgia può riferire il dolore a queste zone;
- Il dolore è presente prevalentemente in posizione seduta, poiché il nervo è compresso contro le strutture legamentose rigide. Questa è una caratteristica clinica essenziale, che supporta l'ipotesi di una compressione nervosa in un contesto di sindrome da intrappolamento. Il dolore è causato dalla pressione e non dalla posizione seduta in sé, come dimostra il sollievo quando si è seduti su un sedile del water (a condizione che il paziente vi rimanga per un tempo sufficientemente lungo). Inizialmente, il dolore si manifesta solo in posizione seduta, ma con il tempo tende a diventare continuo, sebbene sia ancora prevalentemente sperimentato in quella posizione;

- Il dolore non è presente durante le ore notturne, anche se molti pazienti possono avere difficoltà ad addormentarsi. Sebbene possano essere svegliati da sintomi associati (ad esempio, la necessità di urinare), non sono mai svegliati dal dolore perineale. Solo in casi eccezionali, i pazienti riportano episodi di veglia a causa del dolore notturno, che sono comunque transitori;
- Non è presente un deficit sensoriale perineale: se così fosse, si tratterebbe di una lesione della radice del nervo sacrale, coinvolgendo in particolare le radici del nervo cauda equina o una lesione del plesso sacrale. Queste lesioni prossimali di solito non causano dolore, ma si presentano clinicamente con deficit sensomotori, in particolare con perdita sensoriale e disturbi motori dello sfintere;
- Il dolore si riduce con un blocco anestetico diagnostico del nervo pudendo. Questo è un criterio poco specifico, poiché qualsiasi patologia perineale diversa dall'intrappolamento può causare dolore nel territorio del nervo pudendo e, di conseguenza, sarebbe anch'essa alleviata dal blocco diagnostico quando situata distalmente al sito di infiltrazione;

#### **4.2 Criteri Complementari alla diagnosi:**

- Dolore di tipo neuropatico: la neuropatia del pudendo presenta i sintomi tipici del dolore neuropatico, descritti nel questionario DN4 (Douleur Neuropathique en 4 questions). Questo questionario è particolarmente utile per distinguere il dolore neuropatico da altri tipi di dolore, come il dolore nocicettivo. Il questionario comprende 10 domande divise in due parti: i sintomi sensitivi (bruciore, sensazione di freddo doloroso, scosse elettriche, formicolii, sensazione di spilli e aghi, intorpidimento e prurito) e segni clinici osservati durante l'esame fisico (ipoestesia al tatto, ipoestesia alla puntura e dolore provocato dallo sfregamento di un pezzo di cotone). Il punteggio totale varia da 0 a 10, e ogni risposta vale un punto. Un punteggio di 4 o superiore suggerisce fortemente la presenza di dolore neuropatico;
- Allodinia o iperpatia: altamente suggestiva di dolore neuropatico, si manifestano nel territorio del nervo come intolleranza a indossare vestiti stretti e biancheria intima (i boxer sono preferiti agli slip) e intolleranza al contatto vulvare (come nella vestibulodinia), con dispareunia superficiale;
- Sensazione di corpo estraneo rettale o vaginale;
- Aumento del dolore durante il giorno, raggiungendo un picco la sera fino a quando il paziente va a dormire;

- Dolore prevalentemente unilaterale; tuttavia, il dolore bilaterale o presente nella linea mediana o centrale non esclude la diagnosi;
- Dolore innescato dalla defecazione: questa è una caratteristica del dolore prevalentemente posteriore. Il dolore non si verifica immediatamente dopo la defecazione, ma generalmente diversi minuti o un'ora dopo;
- Presenza di dolore alla palpazione della spina ischiatica. Tuttavia, la palpazione della colonna vertebrale ischiale (posteriore e leggermente laterale) durante l'esame digitale rettale o vaginale è molto spesso dolorabile. Molte strutture anatomiche sono situate a questo livello, rendendo questa dolorabilità difficile da interpretare; pertanto, non è un segno molto specifico, poiché si osserva anche in soggetti asintomatici;
- Risultati neurofisiologici positivi negli uomini o nelle donne che non hanno mai partorito. Il parto è tra le cause più comuni di lesioni al nervo pudendo, eliminando la specificità di questo esame. Tuttavia, i dati di neurofisiologia clinica possono essere utili negli uomini e nelle donne nullipari in assenza di una storia di stitichezza, chirurgia o lesioni note del midollo spinale prossimale o della radice nervosa;

#### **4.3 Segni associati senza che siano però un criterio di esclusione alla diagnosi:**

- Dolore alla natica quando ci si siede
- Dolore riferito alla faccia mediale della coscia
- Alterazione della frequenza urinaria e/o dolore quando la vescica è piena
- Dolore che si verifica dopo l'eiaculazione, dispareunia e/o dolore dopo l'orgasmo e durante le relazioni sessuali
- Dolore sovrapubico
- Esplorazione neurofisiologica normale
- Disfunzione erettile

#### **4.4 Criteri di esclusione della malattia:**

- Il dolore è presente in territori non innervati dal nervo pudendo: puramente coccigeo, gluteale o ipogastrico;
- Il dolore è associato a prurito (questo è segno di una lesione cutanea piuttosto che di una lesione nervosa). I criteri DN4 per il dolore neuropatico riportano il "pizzico" come sintomo, poiché questo termine può essere usato dai pazienti, ma il concetto di prurito include la necessità di grattarsi, che invece non si verifica nel contesto della nevralgia del nervo pudendo;

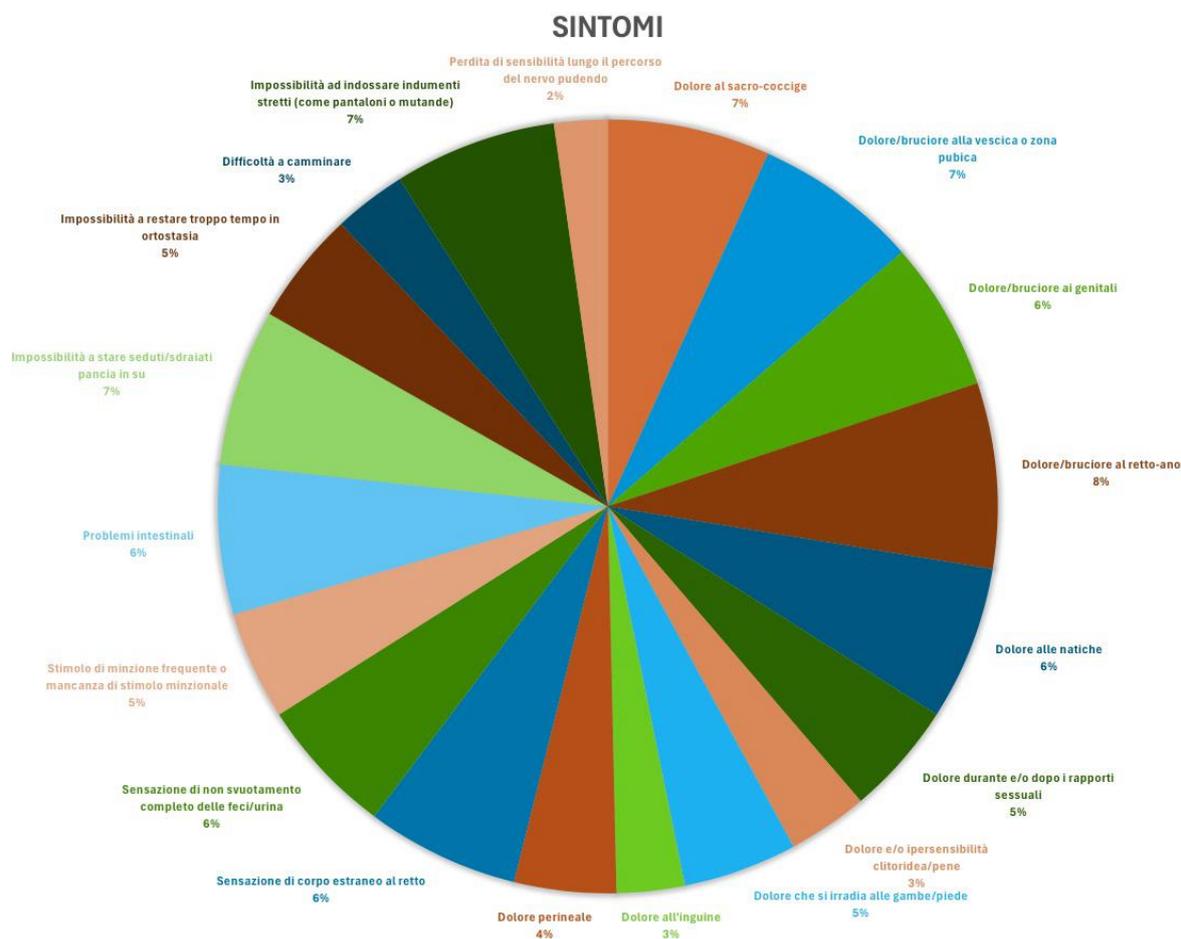
- Dolore esclusivamente parossistico: è suggestivo di una lesione compressiva, e giustifica ulteriori ricerche con immagini per escludere neurofibroma o schwannoma, malattia della coda di cavallo (schwannoma sacro) e del midollo spinale (meningioma);
- Presenza di anomalie di imaging in grado di spiegare il dolore, che saranno decisive quando dimostreranno una lesione giustificativa dei sintomi percepiti dal paziente (in particolare un tumore nervoso);

#### **4.5 I principali sintomi oggi scientificamente riconosciuti di lesione al nervo pudendo:**

- Dolore: nelle donne il dolore si localizza a livello della vulva, vagina, clitoride, perineo e retto; mentre negli uomini si localizza a livello di glande, scroto, perineo e retto. La compressione o l'intrappolamento del nervo pudendo può anche causare dolore riferito al coccige, data la vicinanza anatomica delle strutture nervose e ossee. La presentazione classica è unilaterale, anche se sono stati riportati alcuni casi con coinvolgimento bilaterale. Il dolore può essere parossistico o costante ed è indipendente dallo stimolo. È descritto come una scarica, lancinante o bruciante, e si associa a parestesie, disestesie, allodinia, iperalgesia o ipalgesia. Caratteristicamente si esacerba quando ci si siede su una superficie piana e si allevia in decubito; al mattino i sintomi sono scarsi e aumentano durante il giorno. Il dolore spesso porta alcuni pazienti ad adottare una posizione antalgica, sedendosi, ad esempio, solo sull'emipelvi sana.
- Intorpidimento e formicolio: sensazione di intorpidimento o formicolio nella zona innervata dal nervo pudendo, inclusi genitali e ano;
- Disfunzioni sessuali: alcuni pazienti riferiscono disfunzioni sessuali, come problemi di erezione negli uomini; può esserci dolore durante l'erezione, difficoltà a mantenerla o dolore nell'eiaculazione, diminuzione della sensibilità clitoridea nelle donne e dolore durante il rapporto sessuale (dispareunia) occasionale associata ad anorgasmia;
- Disfunzioni urinarie e intestinali: difficoltà o dolore nel controllare la minzione o la defecazione, stimolo costante alla minzione, sensazione di evacuazione o minzione incompleta e incontinenza

Nel corso della stesura di questo elaborato, è stata condotta un'indagine in autonomia tramite questionario online, somministrato a un campione di 30 persone affette da

neuropatia del nervo pudendo. Ai partecipanti è stato chiesto di indicare i sintomi principali di cui erano affetti. Le risposte raccolte sono state elaborate e convertite in percentuali, come illustrato nel grafico 1.



**GRAFICO 1:** Rappresenta le risposte alla domanda proposta al questionario “Quali sono i sintomi principali che avvertite (o avete avvertito in caso di guarigione) con questa malattia?”

#### 4.6 Conseguenze della neuropatia del pudendo cronica:

La neuropatia del pudendo, come molte altre condizioni di dolore pelvico, tende a diventare più difficile da trattare con il passare del tempo, soprattutto quando diventa cronica. Questo è dovuto a una serie di fattori legati ai cambiamenti che avvengono a livello del sistema nervoso centrale e periferico, con conseguenze a lungo termine, come la progressione della malattia e la persistenza della sintomatologia. Questo accade a causa di processi che si verificano a livello del cervello e del midollo spinale, come la memoria del dolore, la sensibilizzazione e la desensibilizzazione delle aree del sistema nervoso centrale, e i conseguenti cambiamenti corticali:

- Memoria del dolore e sensibilizzazione centrale: Il cervello e il midollo spinale possono subire processi di plasticità maladattiva in risposta al dolore cronico. Questi cambiamenti neuroplastici possono portare a una "sensibilizzazione centrale", processo attraverso il quale il sistema nervoso diventa ipersensibile, adattandosi agli stimoli e amplificando la percezione del dolore. In questo modo, anche piccoli stimoli, o addirittura nessun stimolo, possano essere percepiti come dolorosi, perpetuando il ciclo del dolore. Questo accade perché il cervello ha la capacità di "ricordare" gli stimoli, creando percorsi che facilitano la loro percezione. Le aree del cervello coinvolte nel dolore diventano più attive e "abituato" a trasmettere tali stimoli dolorosi. Questo tipo di memoria può rendere il dolore persistente anche dopo che la causa iniziale è stata risolta;
- Cambiamenti corticali: il cervello ha un'area chiamata corteccia somatosensoriale, situata nel lobo parietale del cervello e imputata alla ricezione degli stimoli sensoriali. In condizioni di dolore cronico, la zona della corteccia che rappresenta l'area dolorante può cambiare, diventando sia più grande (espansione) sia più attiva del normale (iperattività). Ciò significa che il cervello potrebbe interpretare anche segnali normali come dolorosi, aumentando la percezione del dolore;
- Desensibilizzazione: "desensibilizzazione" spesso indica una riduzione della sensibilità; tuttavia, nel contesto del dolore cronico, può paradossalmente portare a una maggiore sensibilità al dolore. Questo accade perché, a causa dei cambiamenti corticali, il cervello potrebbe perdere la capacità di distinguere tra stimoli normali e dolorosi, risultando in una percezione continua o amplificata del dolore;

#### 4.6.1 Statistiche sulla prognosi:

Le statistiche specifiche sulla guarigione dalla neuropatia del pudendo cronica possono variare in base a tanti fattori, ma è scientificamente comprovato che una prognosi a breve termine, cioè quando il paziente inizia il trattamento nelle fasi iniziali della sintomatologia, è migliore, e le possibilità di miglioramento o remissione sono più alte. D'altro canto, con l'aumentare della cronicità, le probabilità di una completa remissione diminuiscono, e il trattamento tende a concentrarsi sulla gestione dei sintomi piuttosto che sulla guarigione completa.

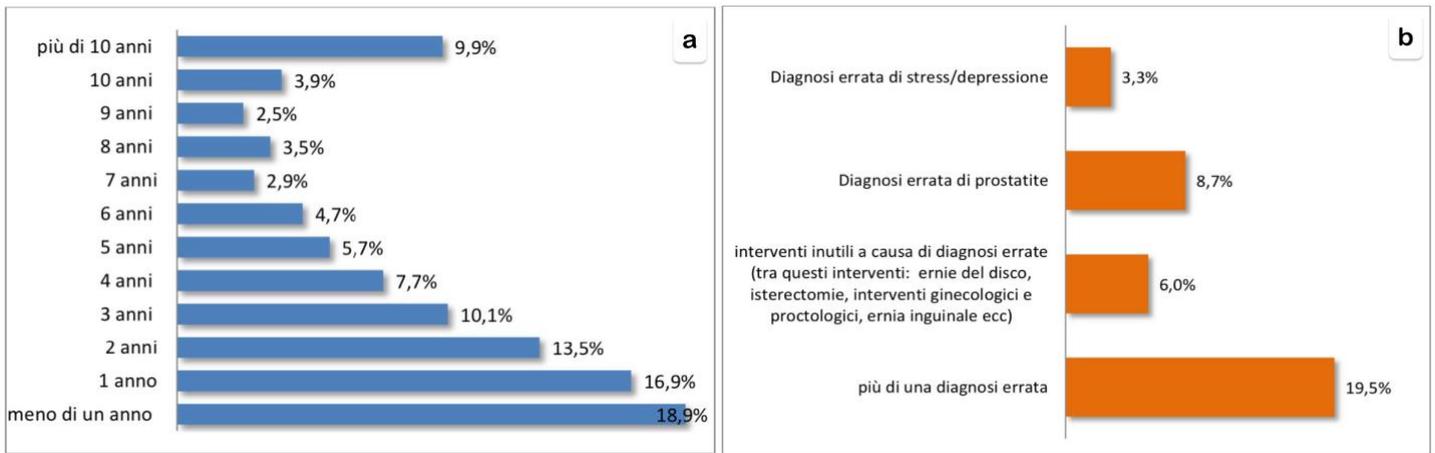
#### 4.6.2 Ipertono del pavimento pelvico e vulvodinia come cause o conseguenze della neuropatia del pudendo

La neuropatia del nervo pudendo può essere una causa scatenante sia dell'ipertono del pavimento pelvico sia della vulvodinia. Queste condizioni possono essere interconnesse, influenzandosi reciprocamente e in modo complesso, esacerbando i sintomi e contribuendo alla cronicizzazione del dolore pelvico.

- Relazione tra neuropatia del pudendo e ipertono del pavimento pelvico: come risposta al dolore cronico, la neuropatia del pudendo può innescare un ciclo patologico in cui il dolore neuropatico induce l'ipertono muscolare, con conseguente contrazione cronica dei muscoli pelvici. Questo ipertono può, a sua volta, aumentare la pressione sul nervo pudendo, aggravando ulteriormente la neuropatia e creando un ciclo di dolore ancora più forte. D'altro canto, l'ipertono dei muscoli pelvici può essere una causa scatenante della neuropatia, una volta che provocando la compressione del nervo, perpetua la malattia, creando così un circolo vizioso;
- Relazione tra neuropatia del pudendo e vulvodinia: la vulvodinia è un dolore cronico alla vulva, spesso descritto come bruciore, irritazione o dolore puntiforme, che può essere spontaneo o provocato (ad esempio, dal contatto). La compressione o l'irritazione del nervo pudendo può portare a sintomi di vulvodinia, soprattutto nei casi in cui è presente un dolore bruciante o disestesia, dato che il nervo pudendo innerva la vulva. D'altro canto, l'ipertono del pavimento pelvico può anche esso portare alla vulvodinia a causa della tensione muscolare costante che può irritare o comprimere i nervi locali, incluso il nervo pudendo, che a sua volta può irradiare e provocare dolori alla vulva;

#### 4.6.3 Impatto psicologico della malattia

Nei pazienti cronici, questo ciclo di dolore può condurre a una significativa riduzione della qualità di vita, con conseguenti effetti psicologici come ansia e depressione. Un'indagine condotta nel 2014 da AINPU (Associazione Italiana Neuropatia del Pudendo)<sup>[Sitografia-13]</sup> attraverso un questionario online sul sito dell'associazione ha dimostrato che per 1 paziente su 3 i ritardi diagnostici possono superare i 10 anni (Grafico 2-a) e che 7 persone su 10 spesso ricevono più di una diagnosi errata (Grafico 2-b), costringendo il paziente a rinunciare al lavoro, alla vita sociale e sessuale. La neuropatia del pudendo è una malattia scarsamente considerata sia dai medici sia nell'ambito della ricerca e a sorbirne le conseguenze sono i pazienti, sia dal punto di vista fisico che mentale.



**GRAFICO 2:** Rappresenta le risposte alle domande proposte al questionare sul sito di AINPU<sup>[Sitografia-14]</sup> “Se ti è stato possibile arrivare a una diagnosi in quanto tempo l’hai ottenuta?” (a) ; “Hai dovuto subire uno o più errori diagnostici?” (b)

Molto spesso, la diagnosi più comune formulata dal medico curante o dallo specialista, in assenza delle "consuete evidenze cliniche" delle patologie pelviche più note, è in realtà una *non-diagnosi*. Di fronte alla difficoltà di gestire determinate patologie o alla carenza di conoscenze da parte dei medici, si ricorre, come ultima opzione, all'invio del paziente da uno psichiatra o da uno psicoterapeuta, trasmettendo in tal modo al paziente, anche inconsapevolmente, l'idea che i suoi dolori siano di natura psicologica e non fisica. Tale etichettatura e “rassegnazione” portano frequentemente i pazienti affetti da queste patologie a sviluppare sentimenti di sconforto, inadeguatezza, senso di colpa, incomprensione, ansia e depressione. Spesso, infatti, il malato esce dallo studio medico con il suggerimento di rivolgersi a uno psicologo, convincendosi che “tutto” sia nella sua testa, sebbene i dolori non siano frutto dell’immaginazione, ma siano reali e invalidanti. Per questo motivo è fondamentale che i pazienti siano informati sugli esami diagnostici in grado di dare nome ai dolori che avvertono quotidianamente.

## 5. Diagnostica strumentale

La diagnostica strumentale riveste un ruolo cruciale nello studio del nervo pudendo, in particolare nella diagnosi della neuropatia del pudendo, una condizione spesso difficile da identificare solo sulla base dei sintomi clinici. La diagnosi di questa condizione è complessa e richiede un approccio multimodale che combini tecniche di imaging e studi elettrofisiologici.

### 5.1 Neurofisiologia del pavimento pelvico

I test neurofisiologici rappresentano un completamento necessario alle indagini morfologiche e funzionali per le disfunzioni dell'area sacrale in pazienti affetti da patologie neurologiche note, o nei casi in cui si sospetti un coinvolgimento delle strutture nervose senza evidenze cliniche manifeste.

Il ruolo della valutazione diagnostica neurofisiologica è quello di:

1. Chiarire la patogenesi della disfunzione, differenziando tra condizioni neurogene e non-neurogene;
2. Riconoscere la sede della lesione precisandone il lato (destra, sinistra o bilaterale), il livello (sacrale, soprasacrale, pontino o soprapontino) e l'estensione del danno (mononeuropatia, plessopatia o radicolopatia);
3. Definire il tipo di lesione (centrale, periferica o mista, somatica o autonoma, acuta o cronica) e il grado di lesione (completa o incompleta);

Dai dati elettrofisiologici così raccolti, il neurofisiologo è in grado di identificare e definire il potenziale funzionale residuo utile, che costituisce la base per il corretto percorso terapeutico-riabilitativo della funzione alterata. Solo in questo modo è possibile formulare una prognosi accurata della disfunzione. Oltre alla diagnosi, i test neurofisiologici sono ampiamente utilizzati come monitoraggio intraoperatorio nella chirurgia dell'area sacrale, come guida durante le procedure di somministrazione di farmaci o di blocco nervoso del nervo pudendo, e nelle sindromi dolorose croniche perineali.

## **5.2 Elettromiografia (EMG)**

Nello studio del nervo pudendo, l'elettromiografia può essere eseguita utilizzando elettrodi a superficie o ad ago concentrico, ciascuno con caratteristiche specifiche che influenzano l'utilizzo, la precisione e il comfort del paziente. L'EMG misura l'attività elettrica dei muscoli del pavimento pelvico tramite elettrodi a superficie o ad ago. Viene richiesta dallo specialista quando si sospetta una disfunzione neuromuscolare legata al nervo pudendo, consentendo di identificare eventuali alterazioni.

### **5.2.1 Elettromiografia ad ago concentrico (CNEMG) della muscolatura perineale:**

La CNEMG consente di evidenziare la presenza di denervazione muscolare in atto o pregressa e la presenza di reinnervazione, come esito di sofferenza radicolare o spinale sacrale. Inoltre, permette di stimare il livello di eccitabilità neuromuscolare. Di norma, sono indagati i muscoli dello sfintere anale esterno (SAE), bulbocavernoso (BC) e sfintere uretrale esterno (SUE). Viene utilizzato un ago sottile con un elettrodo incorporato, che viene inserito direttamente nel muscolo da studiare. Questa tecnica registra l'attività elettrica delle singole unità motorie all'interno del muscolo ed è particolarmente precisa, poiché permette di rilevare in dettaglio eventuali anomalie neuromuscolari. Viene impiegata quando è necessaria una valutazione dettagliata della funzione muscolare, ad esempio per diagnosticare la denervazione muscolare o disfunzioni neuromuscolari specifiche legate alla neuropatia del nervo pudendo. Tuttavia, è una tecnica meno confortevole per il paziente, data la sua natura invasiva e potenzialmente dolorosa.

#### 5.2.2 Elettromiografia a Superficie:

Questo metodo utilizza elettrodi posizionati sulla pelle sopra il muscolo da esaminare, registrando l'attività elettrica generata dai muscoli del pavimento pelvico o da quelli innervati dal nervo pudendo, come lo sfintere anale esterno. Sebbene meno precisa rispetto alla CNEMG, poiché rileva segnali provenienti da muscoli adiacenti e non da singole unità motorie, è più confortevole per il paziente e non invasiva. È indicata quando è sufficiente una valutazione generale dell'attività muscolare.

#### **5.3 Latenza motoria terminale del nervo Pudendo (PNTML)**

L'unico modo per testare i nervi motori dell'area pelvica è tramite lo studio della PNTML, che misura la latenza del riflesso bulbocavernoso o direttamente del nervo pudendo dopo una stimolazione elettrica. È indicato in presenza di sintomi suggestivi di neuropatia compressiva o lesionale del nervo pudendo. L'allungamento della latenza motoria riflette una sofferenza del nervo pudendo nel suo passaggio attraverso il canale di Alcock.

#### **5.4 Potenziali Evocati Somato-Sensoriali (PESS) corticali e spinali del nervo pudendo**

I PESS sono utilizzati per valutare la funzionalità delle vie nervose somato-sensoriali, dalla periferia alla corteccia cerebrale, permettendo di esplorare le vie somato-sensoriali a partire dal nervo pudendo. Un impulso elettrico viene applicato alla pelle o attraverso elettrodi situati nel canale anale o vaginale, vicino al nervo pudendo permettendo di identificare le disfunzioni sensoriali sia a livello periferico (nervo pudendo) che centrale (midollo spinale e corteccia), fornendo una mappa funzionale della via nervosa.

## **5.5 Potenziali Evocati Motori (PEM) dei muscoli perineali**

I Potenziali Evocati Motori dei muscoli perineali sono una tecnica elettrofisiologica utilizzata per valutare la funzionalità motoria del nervo pudendo e dei muscoli che esso innerva, come gli sfinteri anale e uretrale e i muscoli del pavimento pelvico. Viene applicato uno stimolo magnetico o elettrico a livello del cervello (corteccia motoria) o del midollo spinale, che induce un impulso nervoso lungo le vie motorie fino ai muscoli innervati dal nervo pudendo. La contrazione muscolare risultante viene registrata tramite elettrodi posizionati sui muscoli perineali. La risposta viene osservata come un segnale elettrico, il cosiddetto potenziale evocato motorio. Dopodiché si analizza la latenza (tempo tra lo stimolo e la risposta muscolare) e l'ampiezza del segnale per valutare l'integrità e la velocità della conduzione lungo le vie motorie che coinvolgono il nervo pudendo. L'allungamento dei tempi di conduzione (periferico o centrale) indica la sede del danno.

## **6. Diagnostica per immagine**

### **6.1 Ecografia ad alta risoluzione (US)**

L'ecografia ad alta risoluzione (US) è uno dei metodi utilizzati per identificare il nervo pudendo e i suoi rami terminali. È stato condotto uno studio<sup>[Bibliografia-24]</sup> su 3 cadaveri (1 maschio e 2 femmine) e su 20 volontari sani (15 donne e 5 uomini) in conformità con gli standard dei comitati etici delle istituzioni coinvolte e in accordo con la Dichiarazione di Helsinki del 1975. Questo studio è stato effettuato per dimostrare come l'ecografia ad alta risoluzione possa identificare il nervo pudendo intorno alla spina ischiatica in ciascun volontario e come possa identificare i rami terminali del nervo pudendo fino al 75% dei volontari. Le valutazioni sono state eseguite da due radiologi muscoloscheletrici. I volontari sono stati posizionati in tre diverse posizioni, consentendo approcci diversi (posteriore, mediale e anteriore transperineale). Il nervo e l'arteria pudenda, situati vicino alla spina

ischiatica e sotto al legamento sacrotuberoso, sono stati isolati e ispezionati visivamente da un anatomista e da un radiologo muscoloscheletrico con cinque anni di esperienza in imaging muscoloscheletrico e dissezione. L'obiettivo dello studio era individuare il miglior approccio per visualizzare tali strutture.

Nell'approccio mediale, il volontario è stato posizionato in posizione prona con le gambe leggermente divaricate. La sonda è stata posizionata su un piano assiale a livello della tuberosità ischiatica, quindi spostata verso l'alto e ruotata di circa 45°. In questa posizione, la sonda dovrebbe essere quasi perpendicolare al legamento sacrotuberoso. Da qui, l'esaminatore può cercare il nervo, che dovrebbe apparire obliquo rispetto al legamento (Fig. 4-a).

Nell'approccio anteriore, il volontario è stato posto in una posizione simile a quella di una visita ginecologica, e la tuberosità ischiatica è stata localizzata tramite palpazione con fianchi e ginocchia flessi. Spostando la sonda posteriormente, sono stati cercati il nervo pudendo e l'arteria pudenda. Spostando la sonda anteriormente, a livello del perineo, sono stati cercati e localizzati i rami più distali del nervo (Fig. 4-b).

Nell'approccio posteriore, ogni volontario è stato posizionato in posizione prona e la sonda è stata collocata nella presunta posizione del legamento sacrotuberoso. In questa posizione, la spina ischiatica, il legamento sacrotuberoso e l'arteria pudenda interna, che accompagna il nervo pudendo, possono di solito essere delineati (Fig. 4-c).

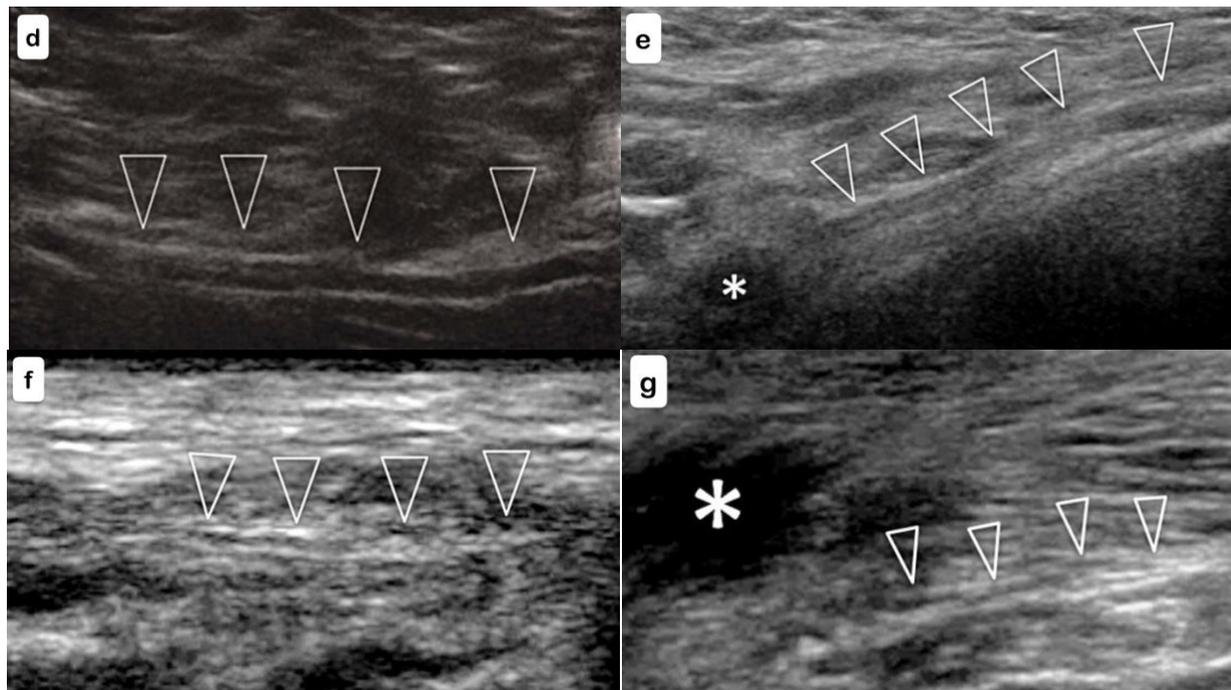


**FIGURA 4:** Posizione approccio mediale (a), Posizione approccio anteriore (b), Posizione approccio posteriore (c) <sup>[Bibliografia-24]</sup>

La capacità di visualizzare il nervo nei tre diversi approcci varia considerevolmente: la visibilità con l'approccio mediale è risultata significativamente più alta rispetto a quella degli altri due approcci, soprattutto per quanto riguarda la visualizzazione del nervo a livello della spina ischiatica (Fig. 5-d,e). In questa posizione, la sonda ecografica è orientata in una direzione mediolaterale e, grazie a ciò, lo spessore del tessuto sottocutaneo e del muscolo grande gluteo risulta ridotto rispetto all'approccio posteriore classico, permettendo così una migliore visualizzazione. Questo è probabilmente il motivo per cui è stato possibile

identificare il nervo utilizzando sonde ad alta risoluzione. Tuttavia, l'approccio anteriore ha permesso una migliore visualizzazione dei piccoli rami terminali. In effetti, il nervo rettale inferiore (Fig. 5-g) e il nervo perineale (Fig. 5-f) sono stati identificati nel 75% dei volontari.

D'altra parte, l'approccio posteriore è più comunemente utilizzato dagli anestesisti per il blocco terapeutico del nervo pudendo.



**FIGURA 5:** Utilizzando l'approccio mediale si visualizza il nervo pudendo a livello della spina ischiatica (d,e). L'asterisco indica il legamento sacro tuberoso (e). Utilizzando l'approccio anteriore si visualizza il nervo perineale (f) e il nervo rettale inferiore (g). L'asterisco indica il retto (g).<sup>[Bibliografia-24]</sup>

Le limitazioni alla visualizzazione diretta del nervo pudendo potrebbero essere legate al suo piccolo diametro, alla posizione anatomica profonda, nonché al tessuto adiposo e connettivo che avvolgono il nervo e ne ostacolano la rappresentazione ecografica.

Sempre attraverso l'approccio diagnostico ecografico, la neuropatia del pudendo può essere indagata anche mediante l'ecografia doppler dei vasi pelvi-perineali, con particolare attenzione all'arteria pudenda. Questo esame consente di valutare il flusso sanguigno e di identificare eventuali anomalie vascolari che potrebbero contribuire alla compressione o all'irritazione del nervo pudendo, rappresentando così una possibile indagine diagnostica strumentale.

## 6.2 Principi di base della risonanza magnetica:

La risonanza magnetica è un esame che fornisce immagini dettagliate del corpo umano utilizzando un campo magnetico e onde a radiofrequenza, senza modificare o distruggere le sostanze da studiare e senza comportare effetti nocivi sulle molecole biologiche. Si basa sulla capacità di captare i segnali emessi dagli atomi di idrogeno, presenti in abbondanza nei tessuti del corpo poiché componenti principali dell'acqua, quando sottoposti a un campo magnetico.

Un campo magnetico, prodotto da una potente elettrocalamita, agisce sui nuclei degli atomi di idrogeno del paziente, allineano il loro momento magnetico parallelamente alla linea di forza del magnete. Un trasmettitore di onde radio invia impulsi di radiofrequenza specifici verso la regione del corpo in esame, fornendo energia agli atomi di idrogeno e facendoli deviare temporaneamente dalla loro posizione di allineamento originale. Quando l'impulso di radiofrequenza viene interrotto, gli atomi di idrogeno ritornano al loro stato di allineamento, emettendo un segnale detto segnale di risonanza. Questo segnale, captato da ricevitori radio, viene convertito in impulsi digitali ed elaborato al computer per generare immagini, la cui scala di grigi corrisponde alle diverse intensità del segnale di risonanza. Le immagini possono essere visualizzate in sezioni e piani differenti (assiale, coronale, sagittale), offrendo una visione tridimensionale delle strutture anatomiche. La forza del campo magnetico, misurata in tesla, è indicativa della risoluzione delle immagini, che migliora con l'aumentare dell'intensità del campo. Solitamente, i campi magnetici utilizzati variano tra 0,5, 1,5 o 3 tesla.

Le immagini in risonanza magnetica possono avere diverse sequenze e pesature, riferendosi queste ultime al contrasto delle immagini, determinato dalla predominanza di un certo tipo di segnale rispetto ad altri. Le principali pesature includono:

- T1 pesata: fornisce immagini con un buon contrasto tra tessuti molli e grassi. I tessuti con alto contenuto di grasso appaiono iperintensi (ad es., midollo osseo, grasso sottocutaneo), mentre i fluidi (ad es., liquido cerebrospinale, edema) appaiono ipointensi. È utile per identificare l'anatomia dettagliata della regione pelvica e dei nervi, con un buon contrasto tra il grasso e le strutture nervose;
- T2 pesata: eccellente per identificare lesioni contenenti liquidi, come cisti o edemi, e per la valutazione di patologie infiammatorie e tumorali. È utilizzata per visualizzare l'anatomia dei tessuti molli e per rilevare eventuali alterazioni patologiche, come infiammazioni o compressioni del nervo pudendo;

- Proton Density (DP-pesata): si basa sulla densità di protoni nei tessuti. La pesatura DP fornisce un eccellente contrasto tra il nervo e i tessuti circostanti, cruciale per delineare il nervo pudendo rispetto ai muscoli, legamenti e grasso. Inoltre, tende a presentare meno artefatti da movimento rispetto alle immagini T1 o T2, utile poiché la regione pelvica è soggetta a movimenti involontari. Fornisce un buon rapporto segnale-rumore e permette di valutare sia la struttura del nervo sia eventuali alterazioni patologiche come infiammazioni, lesioni o compressioni;

Tutte le pesature possono essere combinate con differenti sequenze per ottenere una valutazione completa. Le sequenze definiscono i parametri e gli impulsi utilizzati durante la scansione per ottenere immagini con specifiche pesature. Ogni protocollo è progettato per rispondere a particolari esigenze cliniche.

In risonanza magnetica esistono due parametri fondamentali che influenzano l'acquisizione delle immagini: il tempo di eco (TE) e il tempo di rilassamento (TR):

- Il tempo di eco (TE) indica il tempo che intercorre tra l'applicazione dell'impulso di radiofrequenza (che serve ad eccitare i nuclei di idrogeno) e il momento preciso in cui questo segnale viene captato dai rilevatori della macchina, ossia il segnale che viene emesso dai nuclei mentre ritornano al loro stato di equilibrio. Il tempo di eco influisce sul contrasto delle immagini, con un impatto limitato sul contrasto T1 e diretto sul quello delle immagini T2;
- Il tempo di rilassamento (TR) rappresenta l'intervallo tra l'inizio di una sequenza di impulsi e la successiva, determinando la frequenza di eccitazione del tessuto. Influisce significativamente sul contrasto T1 e in misura minore su quello T2;

Combinando TE e TR, i tecnici possono ottenere immagini di risonanza con diversi tipi di contrasto, mettendo in risalto le caratteristiche delle immagini pesate in T1, T2 o DP a seconda delle necessità cliniche.

## **7. Studio del nervo pudendo in risonanza magnetica**

L'uso della risonanza magnetica come indagine diagnostica per le sindromi da intrappolamento del nervo pudendo è stato descritto per la prima volta circa 15 anni fa.

Tuttavia, nonostante la presenza di criteri diagnostici ben definiti nella letteratura scientifica, questo esame è frequentemente sottovalutato dagli specialisti a cui si rivolgono i pazienti affetti da dolore pelvico cronico. Le ragioni di tale atteggiamento includono la convinzione diffusa che solo le indagini neurofisiologiche possano garantire una diagnosi accurata, l'abitudine di attribuire i dolori sciatici irradiati al perineo a problemi di discopatie lombosacrali, e una certa trascuratezza da parte dei neuroradiologi, spesso privi di una competenza specifica in ambito perineologico.

La RM-neurografia consente di riconoscere il coinvolgimento del nervo pudendo nei casi di dolore cronico perineale. Poiché numerose patologie possono interessare le strutture nervose, l'esame RM del nervo pudendo non può essere disgiunto da una valutazione globale della pelvi, pena la perdita di importanti informazioni diagnostiche.

La risonanza magnetica, grazie alla sua alta risoluzione spaziale e di contrasto, permette di esaminare le strutture del bacino, incluso il nervo pudendo, lungo tutto il suo percorso. In passato, l'identificazione dei nervi periferici era ostacolata da difficoltà tecniche, ma oggi è possibile visualizzare tali nervi, compreso il pudendo, tramite immagini neurografiche T2 pesate, che evidenziano il fluido endoneurale a basso contenuto proteico. L'imaging diretto dei nervi spinali lombari/sacrali, del nervo sciatico e delle branche pudende può quindi contribuire alla diagnosi di numerose condizioni patologiche, inclusi intrappolamenti e aderenze.

La sofferenza neurogena è dedotta da alterazioni nell'intensità, nelle dimensioni, nella morfologia e nella posizione del segnale nervoso. La lesione nervosa è presunta in presenza di segni secondari di danno neurale, come la denervazione dei muscoli innervati dai nervi motori.

Uno studio retrospettivo<sup>[Bibliografia-30]</sup> condotto su una serie di risonanze magnetiche del bacino eseguite nel corso di dodici mesi (gennaio-dicembre 2013), utilizzando una risonanza convenzionale da 1.5T (modello Philips Achieva, Paesi Bassi), ha esaminato 300 pazienti con disfunzioni del pavimento pelvico. L'obiettivo dello studio era esaminare le caratteristiche del nervo pudendo in questi pazienti.

## **7.1 Tecnica di Imaging utilizzato:**

Sono state eseguite scansioni di risonanza pesate in T2 con sequenza turbo spin-echo (TSE) sui piani trasversale, coronale e sagittale, con uno spessore di fetta di 4 mm e un intervallo di 1 mm. Sono state utilizzate diverse configurazioni per migliorare la visualizzazione delle strutture nervose, tra cui la sequenza STIR (Short Tau Inversion Recovery) e la tecnica "black blood" sperimentale.

In conclusione, il ruolo del radiologo è duplice: visualizzare il nervo nelle aree di intrappolamento e rendere il nervo l'elemento più luminoso nell'immagine. Inoltre, deve utilizzare tecniche avanzate per sopprimere i segnali dei vasi, migliorando la visibilità dei nervi più piccoli. Infine, il radiologo deve avere una profonda conoscenza dell'anatomia del nervo pudendo e dei possibili siti di compressione, per identificare correttamente le cause della sofferenza del nervo.

Per quanto riguarda il primo punto, la chiarificazione dell'anatomia del decorso del nervo si basa su una corretta acquisizione e interpretazione di una serie standard di immagini chiave, ottenute con sequenze di impulsi TSE T2-pesate nel piano assiale. Ulteriori informazioni derivano dai piani ortogonali coronali, combinati con immagini STIR ottenute nei piani assiale obliquo, coronale e sagittale. Con l'eccezione delle immagini STIR ottenute su entrambi i lati paralleli alle tuberosità ischiatiche e al ramo ischiopubico anteriore, per migliorare la visualizzazione del canale di Alcock, l'acquisizione nel piano sagittale TSE T2-pesato è risultata solo occasionalmente utile per chiarire la relazione del nervo pudendo con il legamento sacrospinoso e il muscolo grande gluteo.

Relativamente al secondo punto, vi sono alcune limitazioni. L'uso delle tecniche di neurografia convenzionale (T2-pesate e STIR) tende a rendere i vasi sanguigni luminosi nelle immagini, il che rende difficoltosa la distinzione di molti piccoli nervi, che appaiono anch'essi nelle immagini. Pertanto, per creare condizioni che permettano la generazione di immagini selettive dei nervi, si dovrebbe adottare un metodo per sopprimere il segnale luminoso del fluido del sangue in movimento, noto come tecniche "Black Blood".

Indipendentemente dalla sequenza di impulsi utilizzata, il radiologo deve essere consapevole della base anatomica per la potenziale compressione del nervo pudendo in diverse posizioni lungo il suo percorso. Esistono cinque sedi anatomiche meritevoli di essere

indagate con particolare attenzione, poiché potenziali responsabili dell'intrappolamento o, comunque, della sofferenza del nervo:

- Il passaggio sotto il muscolo piriforme;
- Il percorso fra i ligamenti sacrospinoso e il sacro tuberoso (il più comune);
- L'attraversamento del forame otturatore e del canale di Alcock;
- Il passaggio del nervo dorsale del clitoride/pene quando compie una svolta anteriore per entrare nel clitoride/pene;
- La faccia interna anteriore del coccige, dove è presente una struttura gangliare nervosa impari e mediana;

L'identificazione da parte del radiologo, della presenza o assenza di iperintensità del fascio pudendo, coerente con l'irritazione del nervo, è solo uno degli elementi che contribuiscono al successo dell'esame e allo sviluppo di un centro di imaging ambulatoriale ben gestito, dedicato alla diagnosi della patologia del nervo pudendo. Di fondamentale importanza è anche una formazione adeguata del tecnico di radiologia, che deve conoscere le corrette sequenze e la precisa esecuzione dell'esame.

Pertanto, per lo studio del percorso del nervo pudendo in risonanza magnetica, le principali tecniche e sequenze di acquisizione delle immagini utilizzate sono:

- T2W TSE in coronale
- T2W TSE in assiale
- T2W TSE in sagittale
- DP SPAIR BB (Black Blood) inclinata
- DP SPAIR BB non inclinata
- T2W TSE STIR
- T2W TSE non inclinata
- T2W non inclinata
- T2W in sagittale

Inoltre, poiché numerose sono le le cause patologiche che possono coinvolgere le strutture nervose, l'esame RM-neurografia del pudendo non può essere separato da quello della pelvi nel suo complesso, pena la perdita di importanti elementi utili per la diagnosi. Per il protocollo utilizzato in questo studio, si veda la tabella 1.

La sequenza TSE (Turbo Spin Echo) è una delle tecniche di imaging utilizzate in risonanza magnetica per visualizzare il nervo pudendo, in particolare nelle immagini pesate in T2, grazie alla sua capacità di fornire immagini di alta qualità con un buon contrasto tra il nervo pudendo e i vari tipi di tessuti. La TSE può essere impiegata per mappare l'intero decorso del nervo pudendo, dalle sue origini nel plesso sacrale, attraverso il canale di Alcock, fino alle sue ramificazioni terminali. Essa risulta efficace nel rilevare anomalie come ispessimenti del nervo, compressioni e altre patologie che possono causare dolore

o disfunzione del nervo pudendo. La capacità di fornire immagini ad alta risoluzione consente una valutazione dettagliata delle strutture circostanti, come i muscoli pelvici, i vasi sanguigni e il tessuto connettivo, facilitando la diagnosi differenziale di patologie pelviche complesse. La sequenza TSE è meno suscettibile agli artefatti da movimento, in quanto rappresenta una tecnica relativamente rapida, il che la rende particolarmente utile nella regione pelvica, dove il movimento involontario può influenzare la qualità delle immagini.

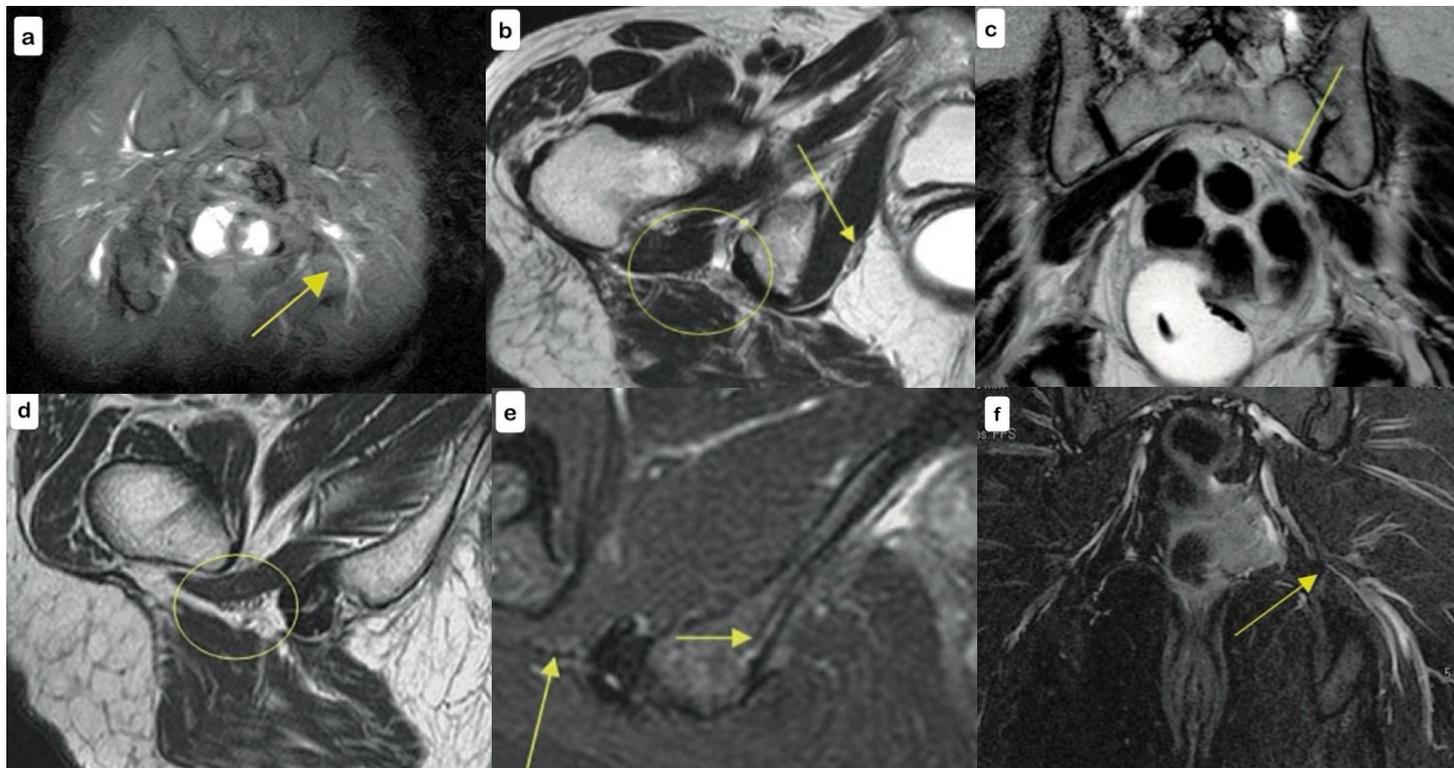
Series 1 3 Plane Localizer	Series 2 Sagittal	Series 3 Coronal	Series 4 Axial	Series 5 Oblique Axial	Series 6 Oblique Coronal	Series 7 Oblique Sagittal
TR (ms)	4435	3649	4656	10259	5471	5471
TE (ms)	100	100	100	80	80	80
TI (ms)				170	170	170
BW	299,5	164	173	262	254	254
ETL	29	20	20	17	17	17
NEX	2	2	2	3	3	3
FOV (FH-RL-AP)	250*250*177	250*250*138	250*250*173	260*260*134	250*250*-112	250*250*112
Matrix	560 (256*246)	560 (264*270)	560 (264*270)	336 (192*181)	320 (160*153)	336 (160*153)
Slice/gap	3,70 - 0,13	3,5 - 0,35	3,5 - 0,35	3,5 - 1	3 - 0,5	3 - 0,5
Flip angle	90	90	90			
Pulse Sequence	FSE	FSE	FSE	BBDIR STIR	BBDIR STIR	STIR
Fold over direction	F → H	R → L	R → L	R → L	R → L	A → P

**TABELLA 1:** Protocollo per lo studio del nervo pudendo in RM Philips 1.5T e bobina phased array disposta attorno alla pelvi [Bibliografia-30]

La SPAIR (Spectral Adiabatic Inversion Recovery) è una tecnica di soppressione del grasso che utilizza impulsi di inversione spettrale adiabatici per ridurre il segnale proveniente dal tessuto adiposo, migliorando così il contrasto tra il nervo e il grasso circostante.

La tecnica Black Blood è una modalità di risonanza che utilizza impulsi per sopprimere il segnale del sangue in movimento, rendendolo ipointenso (nero). Questo migliora il contrasto tra le strutture vascolari e i tessuti circostanti, facilitando l'identificazione delle pareti vascolari e delle strutture statiche, come i nervi. Inoltre, questa tecnica può essere collegata all'ECG gating, che sincronizza l'acquisizione delle immagini con il ciclo

cardiaco. Combinando la Black Blood con l'ECG gating, si ottengono immagini con un contrasto ancora migliore, poiché il gating aiuta a stabilizzare l'immagine durante le fasi di minore movimento. Ciò è particolarmente importante per ridurre gli artefatti da movimento causati dal battito cardiaco, migliorando così la qualità dell'immagine.



**FIGURA 6:** Scansione coronale STIR (a) che evidenzia interessamento infiammatorio del nervo pudendo, bilateralmente, più marcato a sn (eseguita con apparecchiatura da 0.3T) [Bibliografia-31]. Una sezione presa a livello della tuberosità ischiatica (b) in taglio assiale T2-W mostra il nervo sciatico che viaggia nel suo spazio più stretto (cerchio) tra il muscolo quadrato del femore e la piega glutea. Il fascio neurovascolare nel canale di Alcock (freccia) è visto come una striscia lineare scura ipointensa medialmente al bordo interno del muscolo otturatore interno. In un taglio coronale T2-W ottenuto a livello del forame ischiatico maggiore e del promontorio sacrale (c) si nota l'aspetto asimmetrico del muscolo piriforme di sinistra (freccia) coerente con la degenerazione fibroadiposa che si deduce sia responsabile della sindrome da intrappolamento del nervo sciatico e del nervo pudendo in questa donna di 39 anni con una storia di intensa attività in bicicletta. L'aspetto a "punti scuri" del nervo sciatico (d) nelle immagini T2-W assiali (cerchio) consente un rilevamento adeguato del fascio leggermente iperintenso (freccia lunga) visto nell'immagine STIR (e) che coinvolge anche il nervo pudendo lungo il canale di Alcock (freccia corta) [Bibliografia-30]. Una scansione coronale, in sequenza STIR, mostra una riduzione focalizzata di calibro del nervo pudendo di sn (freccia) da intrappolamento a livello del grande forame ischiatico fra il muscolo piriforme, il muscolo gluteo e il legamento sacrospinoso (apparecchiatura da 1.5T) [Bibliografia-31].

La STIR (Short Tau Inversion Recovery) è una tecnica utilizzata per sopprimere il segnale del grasso, permettendo una migliore visualizzazione delle strutture anatomiche e delle lesioni. Questa tecnica è particolarmente utile nello studio del nervo pudendo (Fig. 6-e,f), in quanto quest'ultimo è circondato da tessuto adiposo nella regione pelvica. La soppressione del segnale del grasso permette di visualizzare con maggiore chiarezza il nervo e le eventuali patologie associate.

Il termine "Inclinata" si riferisce all'orientamento del piano di imaging. Un piano inclinato viene scelto per allinearsi meglio con la traiettoria anatomica del nervo pudendo. Ciò può migliorare la visibilità del nervo, ridurre gli artefatti causati dal movimento o dalla pulsazione del sangue e fornire immagini più dettagliate, permettendo di seguire più precisamente il suo decorso.

"Non inclinata" si riferisce a un piano di imaging ortogonale o standard (non inclinato). Questo piano è tipicamente parallelo agli assi principali del corpo (assiale, coronale, sagittale).

L'inclinazione del piano di imaging è spesso utilizzata per adattarsi alle specifiche esigenze anatomiche del paziente e per ottimizzare la visualizzazione delle strutture d'interesse.

L'intensità del segnale in risonanza magnetica può variare significativamente in presenza di una lesione del nervo pudendo, a seconda del tipo e della gravità della lesione. Le alterazioni del segnale osservate possono aiutare a identificare e caratterizzare le patologie nervose.

I nervi normali presentano un'intensità di segnale intermedia nelle immagini pesate in T1 e sono isointensi o leggermente iperintensi rispetto ai muscoli nelle immagini pesate in T2 e in altre immagini sensibili ai fluidi. Si ritiene che il normale liquido endoneurale, quando protetto da una barriera emato-nervosa perineurale intatta, sia il principale responsabile del normale segnale di intensità del nervo nelle immagini di risonanza neurografica pesate in T2. L'aumento dell'intensità del segnale perifascicolare ed endoneurale nelle immagini pesate in T2 riflette una risposta aspecifica del nervo al danno. In sostanza, le immagini pesate in T2, con soppressione del grasso, aumentano la visibilità delle variazioni del segnale T2 nel nervo. Tuttavia, l'aumento dell'intensità del segnale nel nervo non sempre indica una patologia sottostante. Ad esempio, l'effetto del "magic angle" è un artefatto ben noto nell'imaging del plesso brachiale e del plesso lombosacrale.

## **7.2 Artefatto da "magic angle"**

L'artefatto da "magic angle" si verifica nelle strutture ricche di fibre di collagene, come tendini e legamenti, che si dispongono a un angolo di 55° rispetto al campo magnetico principale. I protoni dell'acqua in queste strutture generalmente producono un segnale molto basso a causa delle interazioni dipolari che avvengono nelle fibre, portando a un rapido defasamento

del segnale. Tuttavia, queste interazioni diminuiscono progressivamente man mano che l'orientamento delle fibre si avvicina ai 55° rispetto al campo magnetico, provocando un aumento del segnale che potrebbe simulare una lesione patologica. Questo fenomeno può interferire con le immagini di risonanza magnetica, causando problemi nella valutazione accurata dei nervi, incluso il nervo pudendo.

Le conseguenze di tale artefatto sono:

- Falsi positivi: può causare un aumento del segnale che imita l'infiammazione, l'edema o altre patologie del nervo pudendo, portando a diagnosi errate o esagerate;
- Valutazione Inaccurata: la presenza di un segnale elevato dovuto all'artefatto da "magic angle" può rendere difficile distinguere tra edema nervoso reale e alterazioni del segnale causate dall'orientamento delle fibre;
- Distorsione delle immagini: questo artefatto può compromettere la qualità delle immagini, che sono cruciali per la valutazione dei nervi;

#### 7.2.1 Come evitare la presenza dell'artefatto da "magic angle":

- Variazione dell'orientamento: correggere l'orientamento del paziente o del segmento corporeo durante la scansione, ad esempio cambiando leggermente la posizione del paziente per allontanare le fibre nervose dall'angolo critico di 55 gradi;
- Sequenze di imaging alternative: utilizzare sequenze che sono meno suscettibili a questo artefatto, come le sequenze STIR o SPAIR;
- Confronto con altre Immagini: confrontare le immagini pesate in T1 e T2 con altre sequenze, come quelle pesate in densità protonica (DP) o immagini potenziate con mezzo di contrasto, può aiutare a discernere gli artefatti dalle reali patologie;
- Utilizzare le immagini pesate in T1: queste sono minimamente affette da questo problema;

A differenza dei tendini, dove l'artefatto da "magic angle" può essere eliminato con tempi di eco più lunghi (>40 msec), l'elevata intensità del segnale nel nervo causata dal "magic angle" può persistere anche con tempi di eco più lunghi (66 msec) e nelle immagini con breve tempo di inversione (IR). Questi cambiamenti del segnale specifici per l'angolo devono essere considerati durante l'interpretazione delle immagini RM, in particolare quando l'aumento dell'intensità del segnale nervoso è l'unica anomalia. Poiché i nervi normali sono leggermente iperintensi nelle immagini sensibili ai fluidi, un'elevata intensità di segnale, focale o simile a quella dei vasi adiacenti, è più probabilmente significativa.

### 7.3 Confronto tra le metodiche strumentali diagnostiche

- Gli studi elettrofisiologici forniscono informazioni funzionali precise, misurando la velocità di conduzione e l'attività muscolare associata, ma non forniscono dettagli anatomici o informazioni sulle cause strutturali della lesione nervosa. Sono spesso percepiti dai pazienti come esami invasivi e dolorosi;
- L'ecografia ad alta risoluzione è vantaggiosa per la sua accessibilità, costo, velocità di esecuzione e possibilità di imaging dinamico in tempo reale, utile per valutare la dinamica del nervo e la sua relazione con le strutture circostanti in diverse condizioni. È efficace nel rilevare cambiamenti patologici, quali ispessimenti, compressioni o tumefazioni dei nervi periferici. Inoltre, rappresenta una metodica non invasiva e confortevole per il paziente, impiegata persino nei soggetti claustrofobici, i quali spesso non riescono a sottoporsi alla risonanza magnetica. Tuttavia, presenta una risoluzione limitata, risultando meno dettagliata rispetto alla RM, con difficoltà nella visualizzazione di nervi di piccole dimensioni o di aree anatomiche complesse. Pertanto, in casi di lesione del nervo pudendo, può essere necessaria una valutazione ripetuta di un gruppo di pazienti per determinare eventuali differenze nelle dimensioni o nell'anatomia del nervo. Infine, si riconosce che il tempo necessario per identificare il nervo e i suoi rami terminali potrebbe essere relativamente lungo nel contesto di una pratica clinica quotidiana intensa;
- La risonanza neurografica, d'altro canto, offre una visione più dettagliata e completa delle strutture profonde e delle patologie complesse, rivelando compressioni o lesioni che coinvolgono non solo il nervo, ma anche altre strutture pelviche. Questo avviene grazie alla sua capacità di fornire immagini con contrasto tissutale superiore, utile per distinguere tra i vari tipi di tessuti molli. In sintesi, la risonanza permette una visualizzazione dettagliata dell'intero percorso del nervo pudendo, inclusa la sua porzione intrapelvica, che potrebbe non essere facilmente accessibile con l'ecografia. Tuttavia, è un esame più costoso e meno accessibile rispetto ad altre tecniche e offre una valutazione funzionale limitata, poiché non fornisce informazioni dirette sulla funzionalità del nervo, concentrandosi maggiormente sugli aspetti anatomici. Inoltre, esistono controindicazioni assolute e relative all'esecuzione dell'esame di risonanza magnetica, che ne impediscono o ne rendono difficoltoso l'accesso per alcuni pazienti (ad esempio, i pazienti claustrofobici). La risonanza magnetica, infatti, salvo eccezioni valutate da specialisti, non può essere eseguita su pazienti portatori di pacemaker cardiaco, di neurostimolatori o strutture metalliche inserite nel corpo a

seguito di interventi chirurgici, come protesi, viti o valvole cardiache, poiché il campo magnetico potrebbe provocare lo spostamento o alterare il funzionamento di tali dispositivi;

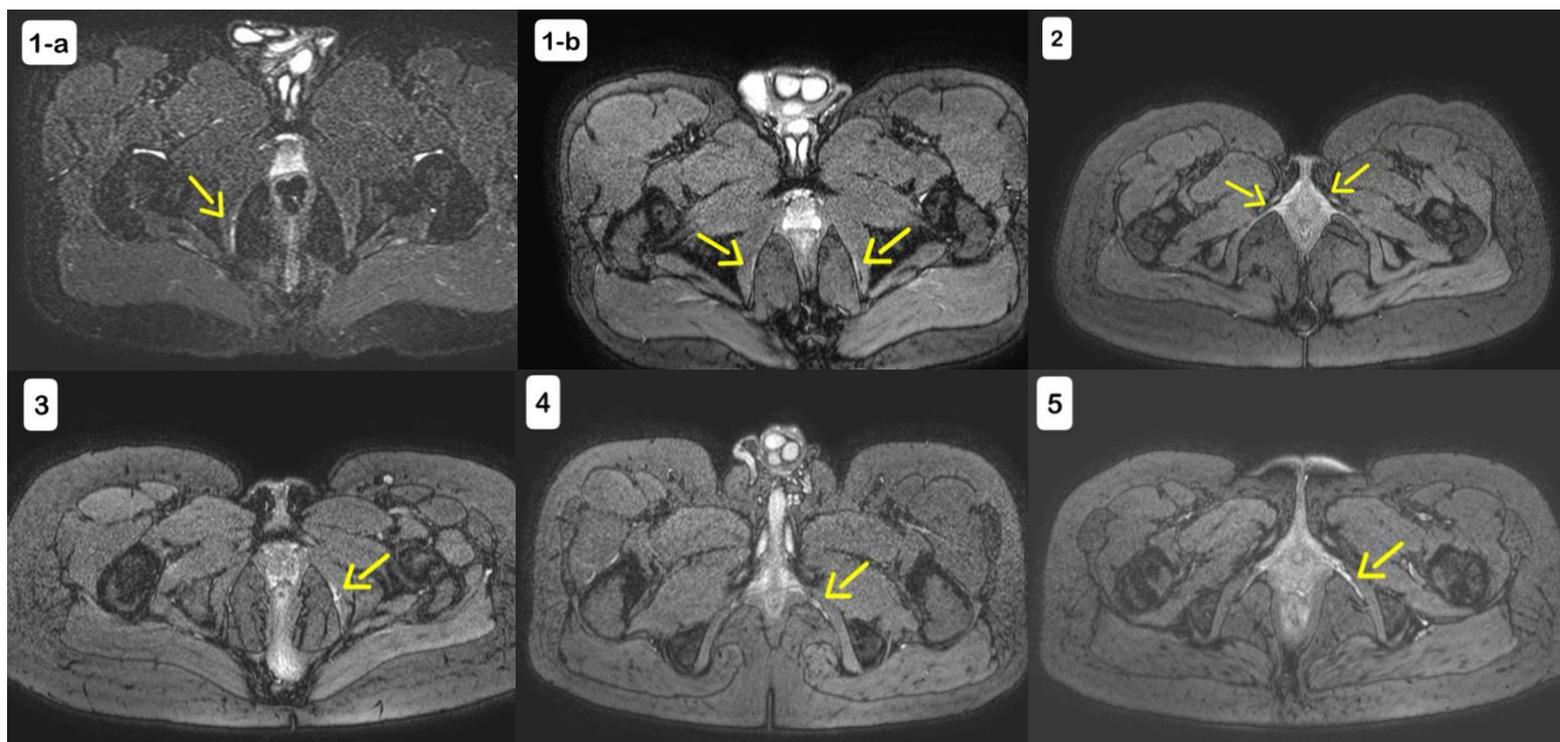
In ogni caso, tutte e tre le tecniche diagnostiche strumentali condividono il vantaggio di non utilizzare radiazioni ionizzanti, rendendo gli esami sicuri per il paziente.

## 8. Casi Clinici

Durante la ricerca condotta per questo elaborato, sono stati osservati cinque casi clinici con sintomi corrispondenti a quelli della neuropatia del pudendo, come illustrato nella tabella 2 e dimostrato nella figura 7:

Caso (n°)	Età	Sesso	Sintomi di presentazione	Data di esame	Tipo di esame*	Magnete	Alterazioni di segnale	Ritardo diagnostico
Paziente 1	35	M	Fitte e dolore intenso alla zona pubica, specificamente alla vescica, soprattutto a sinistra. Stimolo di minzione frequente per dolore e sensazione di crampi e spasmi a contenere l'urina. Dolore tale che si riflette alla zona anale, talvolta con sensazioni di scosse elettriche. Peggioramento della sintomatologia dopo i rapporti sessuali	16/07/2020 17/01/2023	RM pelvi	1.5T	<u>16/07/2020</u> : Iperintensità a carico del nervo pudendo a valle delle spine ischiatiche, delle diramazioni sopra e infrapiriformi, dei nervi glutei, dello sciatico e delle diramazioni della catena del simpatico presacrale <u>17/01/2023</u> : Netta riduzione dell'iperintensità a carico del nervo pudendo, delle diramazioni soprapiriformi, dei glutei e del simpatico presacrale. Persistenza nelle diramazioni infrapiriformi	6 anni
Paziente 2	24	F	Dolore sacro-coccigeo riferito come scosse elettriche, fitte e sensazione di peso. Dolore durante e dopo i rapporti sessuali. Dolore e ipersensibilità clitoridea. Stimolo di minzione frequente. Impossibilità a mantenere la posizione seduta. Ipertono muscoli pelvici e vulvodinia	18/10/2022	RM pelvi	1.5T	Iperintensità a carico del nervo pudendo lungo il canale di Alcock fino ai rami labiali, delle terminazioni nervose preclitoridee, delle diramazioni coccigee e delle diramazioni sopra e infrapiriformi	7 anni
Paziente 3	26	F	Stimolo di minzione frequente, sensazione di peso e intenso fastidio rettale, dolore clitorideo che si irradia alle gambe e dolore durante i rapporti sessuali. Difficoltà a camminare per peggioramento della sintomatologia. Ipertono muscoli pelvici	27/06/2023	RM pelvi	1.5T	Iperintensità a carico del nervo pudendo lungo il canale di Alcock a partire dalle spine ischiatiche, delle diramazioni preclitoridee, delle diramazioni sopra e infrapiriformi e del ganglio impari mediano di Valther	3 anni
Paziente 4	33	M	Dolore e bruciore sovrappubico partendo dal coccige, irradiando l'ano, il sacco scrotale e arrivando fino all'organo genitale. Dolore durante i rapporti, più intensamente dopo l'emissione del liquido seminale. Ipertono muscoli pelvici	24/01/2024	RM pelvi	1.5T	Iperintensità a carico del nervo pudendo lungo il canale di Alcock a livello dei rami perineali, scrotali e dorsali del pene, a livello della spina ischiatica, delle diramazioni sopra e infrapiriformi e del ramo dell'otturatore	14 anni
Paziente 5	47	F	Dolore, bruciore, sensazione di calore e fitte intense a livello della fossa iliaca di sinistra che si irradia fino alle faccette articolari. Dolore pelvico che si irradia la coscia e all'inguine di sinistra. Stimolo di minzione frequente e difficoltà a mantenere la posizione seduta, una volta che acutizza la sintomatologia che si rileva leggermente più lieve in posizione ortostatica. Ipertono muscoli pelvici	13/08/2024	RM pelvi	1.5T	Iperintensità a carico del nervo pudendo lungo il canale di Alcock a livello dei rami perineali e labiali, delle diramazioni preclitoridee, delle diramazioni sopra e infrapiriformi, dello sciatico, gluteo e delle diramazioni femoro cutaneo	3 anni

**TABELLA 2:** Dati clinici e sintomi di presentazione in 5 pazienti consecutivi con dolore pelvico cronico e diagnosi RM<sup>[Bibliografia-31]</sup> di neuropatia del pudendo. \*Affidea Iniziativa Medica, Via Rialto 14, Monselice (Padova).



**FIGURA 7:** In scansioni assiali (come indicato dalle frecce gialle), si osserva l'iperintensità di segnale corrispondente a sofferenza neurogena del nervo pudendo lungo il canale di Alcock. **1-a** Indica l'esame effettuato dal paziente numero 1 prima di intraprendere il percorso terapeutico. **1-b** indica l'esame effettuato a distanza di 3 anni, dove si osserva un netto miglioramento della sofferenza neurogena. Dopodiché si raffigurano gli esami dei consecutivi pazienti analizzati, dal secondo fino al quinto.

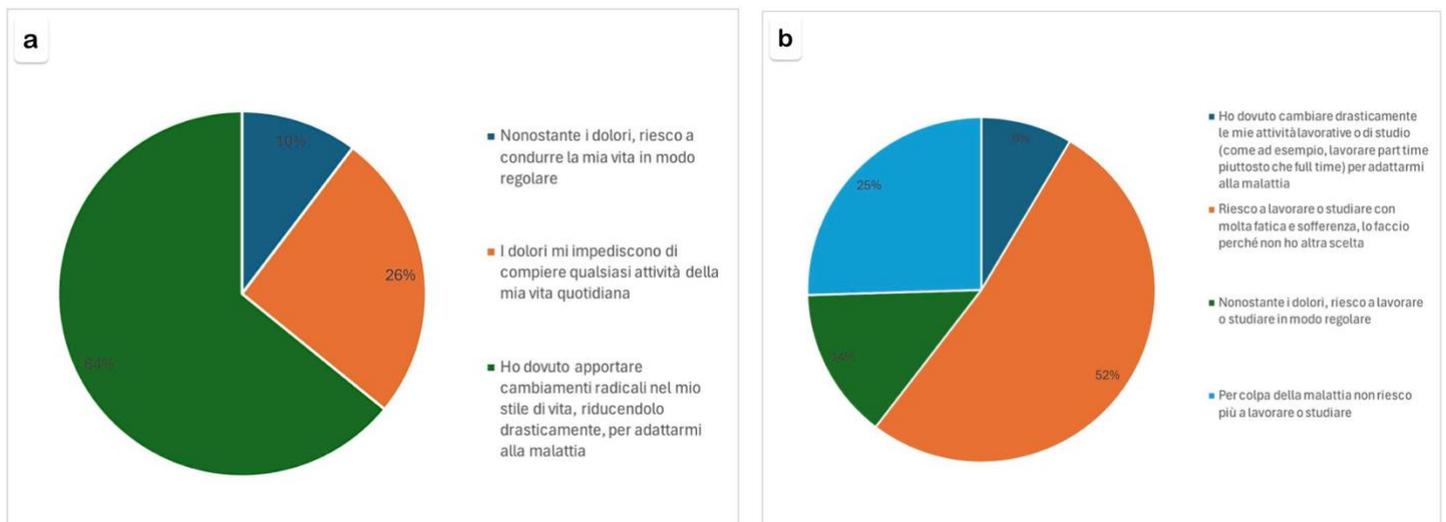
Immagini ottenute per cortese concessione del Dott. V. Piloni, Affidea Iniziativa Medica, Monselice.

## 9. Conclusioni e prospettive ricavate da questo elaborato

Le conclusioni di questo studio evidenziano l'importanza di approfondire la conoscenza del nervo pudendo e delle sue patologie associate, in particolare la neuropatia del pudendo, che rappresenta una causa spesso trascurata di dolore pelvico cronico e disfunzioni del pavimento pelvico. I risultati ottenuti confermano quanto sia cruciale adottare metodiche diagnostiche accurate e tempestive per riconoscere e trattare adeguatamente questa condizione. In molti casi, la diagnosi tardiva è il risultato di una conoscenza limitata del nervo pudendo da parte dei professionisti sanitari, nonché della sottovalutazione dei sintomi riferiti dai pazienti.

L'utilizzo della risonanza magnetica, come ampiamente dimostrato in questo elaborato, offre una metodologia innovativa e altamente efficace per lo studio del nervo pudendo, consentendo una visualizzazione dettagliata delle strutture neurovascolari. Attraverso

l'analisi dei cinque casi clinici esaminati, questo lavoro ha dimostrato come la risonanza possa essere determinante non solo per diagnosticare la neuropatia del pudendo, ma anche per evitare trattamenti inappropriati e limitare il peggioramento dei sintomi. Si è evidenziato un ritardo diagnostico significativo che affligge molti pazienti, ritardo non solo legato alla difficoltà tecnica di riconoscere la malattia, ma anche alla scarsa formazione dei professionisti sanitari e alla limitata disponibilità di risorse dedicate a queste patologie. È emerso che i pazienti affetti da neuropatia del pudendo possono trascorrere anni senza ottenere una diagnosi corretta, subendo un progressivo peggioramento dei sintomi e un impatto significativo sulla loro qualità di vita, sia dal punto di vista fisico che psicologico, rendendo la condizione non solo un problema medico, ma anche sociale ed emotivo. Nel grafico 3 (a e b), realizzato nell'ambito di questa ricerca, viene evidenziato l'impatto di tale patologia sulla vita quotidiana dei pazienti.



**GRAFICO 3:** Rappresenta le risposte alle domande proposte al questionario: "La neuropatia del pudendo che impatto e conseguenze ha avuto o sta avendo sulla tua vita?" (a)  
 "Per colpa della neuropatia del pudendo hai dovuto sospendere le tue attività professionali (o di studio)?" (b)

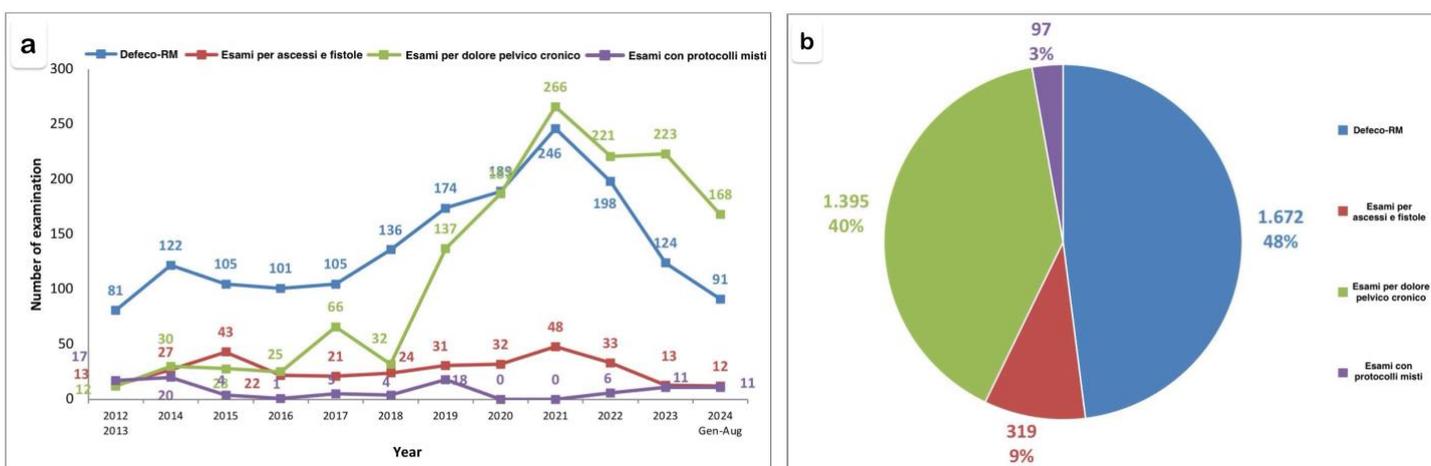
Alla luce di queste considerazioni, emerge chiaramente l'urgenza di avviare percorsi di formazione e sensibilizzazione per tutti i professionisti sanitari coinvolti nella gestione di tali pazienti. Tra questi, è essenziale includere anche i tecnici di radiologia medica, personale direttamente coinvolto nell'esecuzione degli esami diagnostici. Un potenziamento della formazione, unito a un uso più diffuso delle tecniche avanzate di imaging come la RM, potrebbe avere un impatto significativo sull'efficacia dei trattamenti.

È necessario sviluppare protocolli diagnostici specifici e standardizzati che includano l'utilizzo della RM per lo studio del nervo pudendo come esame di routine nei casi di sospetta neuropatia o dolore pelvico cronico di origine non definita. L'adozione di linee guida

condivise tra i professionisti sanitari consentirebbe non solo di accelerare la diagnosi, ma anche di fornire cure più appropriate e tempestive, riducendo i ritardi diagnostici attualmente esistenti.

Il grafico 4 mostra chiaramente una crescita quasi esponenziale, a partire dal 2016, del numero di esami per dolore pelvico cronico (rappresentato dalla linea verde), che ha superato, dal 2018 in poi, il numero di esami Defeco-RM (linea blu). Questo cambiamento riflette una maggiore attenzione ai disturbi cronici e potrebbe essere attribuito sia a una crescente consapevolezza di queste patologie sia ai progressi nelle tecniche diagnostiche.

L'aumento degli esami per dolore pelvico cronico indica una ridefinizione delle priorità mediche, con un focus sempre maggiore sui disturbi di natura cronica. Allo stesso tempo, è possibile che gli esami Defeco-RM siano diminuiti poiché si tende a privilegiare altri approcci diagnostici, rendendo meno necessaria l'esecuzione di questo tipo di esame. Le altre due categorie di esami, nel frattempo, si mantengono costanti con variazioni minime nel periodo considerato. È opportuno precisare che l'andamento della riga rossa (rappresentata dagli esami eseguiti per patologia ascessuale e fistolosa), non è attribuibile a fattori di tendenza o alla sensibilizzazione da parte dei medici richiedenti, bensì è correlata all'andamento caratteristico della malattia, spesso influenzato da variabili stagionali e imprevedibili. L'andamento della riga viola, invece, rispecchia la necessità in alcuni pazienti di effettuare un protocollo di esame misto anziché separato, in modo tale da evitare un riaccesso, con conseguente allungamento dei tempi di attesa.



**GRAFICO 4:** Riepilogo degli esami RM eseguiti presso il centro Affidea Iniziativa Medica (Monselice) dal 2012 al 2024. Sono indicate tre tipologie di esami rappresentate da colori diversi con il totale e il parziale. La riga viola invece, rappresenta gli esami con protocolli misti.

Per quanto riguarda le prospettive future, è evidente la necessità di promuovere ulteriori studi clinici, farmacologici e diagnostici, al fine di perfezionare le tecniche di imaging e sviluppare nuovi approcci terapeutici che consentano diagnosi più precoci e trattamenti più efficaci. L'impiego della RM per monitorare l'evoluzione del trattamento nel tempo potrebbe rivelarsi utile non solo in fase diagnostica, ma anche nel follow-up dei pazienti trattati, come dimostrato nella tabella 2, paziente numero 1.

In conclusione, questo elaborato non solo conferma il ruolo centrale del nervo pudendo nelle disfunzioni del pavimento pelvico, ma evidenzia le attuali carenze in termini di diagnosi e trattamento, proponendo soluzioni concrete per migliorare la gestione di questa patologia, affinché non rimanga una "malattia orfana" priva delle tutele necessarie. Lo studio del nervo pudendo e la sua visualizzazione tramite risonanza magnetica rappresentano una delle principali sfide e opportunità nel campo della radiologia e delle discipline mediche legate alle patologie del pavimento pelvico, offrendo nuove prospettive per migliorare la qualità di vita dei pazienti che, ancora oggi, soffrono in silenzio a causa di una malattia poco conosciuta ma altamente invalidante.

## Sitografia:

1. <https://www.humanitas.it/enciclopedia/anatomia/sistema-nervoso/#>
2. [http://www.etsrm.it/doc\\_rubriche/203-002-Sistema%20nervoso.pdf](http://www.etsrm.it/doc_rubriche/203-002-Sistema%20nervoso.pdf)
3. <https://www.neuroscienze.net/i-neuroni-e-le-cellule-gliali/>
4. <https://www.unisalento.it/documents/20152/189553/SINAPSI+ELETTRICHE+E+CHIMICHE.pdf/2bf19d9f-2035-83c7-45cd-f7e540457c33?version=1.0>
5. <https://www.gavazzeni.it/enciclopedia/anatomia-corpo-umano/sistema-nervoso-somatico/>
6. <https://www.unife.it/medicina/Im.medicina/studiare/minisiti/farmacologia/materiale-didattico/2017-18/neurotrasmissione/01-sna>
7. <https://www.medicinapertutti.it/argomento/plesso-pudendo/>
8. <https://www.osteolab.net/plesso-pudendo/>
9. <https://www.my-personaltrainer.it/salute-benessere/nervo-pudendo.html#>
10. <https://www.cervicalevertigini.it/nervo-pudendo/>
11. <https://www.fisioscience.it/patologie/nevralgia-del-pudendo/#:~:text=Criteri%20di%20esclusione%3A,che%20potrebbe%20giustificare%20il%20sintomo>
12. <https://www.agite.eu/wp-content/uploads/2023/04/Dossier-Scientifico.pdf>
13. <https://www.osservatoriomalattierare.it/malattie-rare/nevralgia-del-pudendo/7277-nevralgia-del-nervo-pudendo-come-schiaffi-nel-corpo-e-nellanima>
14. <https://www.osservatoriomalattierare.it/documenti/category/7-documenti-vari?download=16:anipu-risultato-indagine-2014&start=90>
15. [https://www.pelviperineologia.it/neuromodulazione/pdf/neurofisiologia\\_pavimento\\_pelvico.pdf](https://www.pelviperineologia.it/neuromodulazione/pdf/neurofisiologia_pavimento_pelvico.pdf)
16. <https://www.istituto-besta.it/risonanza-magnetica-cosa-e-e-come-funziona-la-risonanza-magnetica->
17. <https://andreaforneris.com/web/artefatto-da-magic-angle/>
18. <https://teachmeanatomy.info/pelvis/other/pudental-nerve/>

Fonti bibliografiche:

1. Anastasi G. P., Balboni., Motta., *Trattato di Anatomia Umana*, Italia, Edi.Ermes, IV edizione, 2006
2. Tobar Roa V., et al., *Neuropatía del pudendo como causa de dolor pélvico*, Colombia, Thieme Revinter Publicações Ltda., 2018
3. Fanucci E., et al., *Role of interventional radiology in pudendal neuralgia: a description of techniques and review of the literature*, Roma, Springer Verlag., 2009
4. Amarenco, G., Lanoe, Y., Perrigot, M., & Goudal, H., *A new canal syndrome: compression of the pudendal nerve in Alcock's canal or perinal paralysis of cyclists*, in *Presse Médicale*, 16(8), 399., Francia, Elsevier Masson, 1987
5. Robert R., et al., *Anatomic basis of chronic perineal pain: role of the pudendal nerve*, in *Surgical and Radiologic Anatomy*, 20(2), 93-98., Francia, Springer Verlag.,1998
6. Bautrant E., de Bisschop, E., Lucas B., *Neuralgia pudendale*, in *EMC Urologie*, 30(1), 1-6, Francia, Elsevier Masson, 2003
7. Valovska A., et al., *Sacral neuromodulation as a treatment for pudendal neuralgia*, in *Pain Physician*, 17(5), E645-50, Stati Uniti, American Society of Interventional Pain Physicians (ASIPP), 2014
8. Woolf C. J., *Central Sensitization: Implications for the diagnosis and treatment of pain*, in *Pain*, 152(3), S2-S15, Amsterdam, Elsevier, 2011
9. Apkarian A. V., et al., *Chronic back pain is associated with decreased prefrontal and thalamic gray matter density*, in *Journal of Neuroscience*, 24(46), 10410-10415, Washington, Wiley-Blackwell, 2004
10. Flor H., Braun, C., Elbert, T., Birbaumer, N., *Extensive reorganization of primary somatosensory cortex in chronic back pain patients*, in *Neuroscience Letters*, 11.224(1), 5-8, Amsterdam, Elsevier Elsevier, 1997
11. Tracey I., Bushnell, M. C., *How neuroimaging studies have challenged us to rethink: Is chronic pain a disease?*, in *The Journal of Pain*, 10(11), 1113-1120, Amsterdam, Elsevier, 2009
12. May A., *Chronic pain may change the structure of the brain*, in *Pain*, 137(1), 7-15, Amsterdam, Elsevier, 2008
13. Robert R., et al., *Symptomatic approach to the pudendal nerve entrapment syndrome: Anatomy and clinical relationships in the pelvis*, in *Surgical and Radiologic Anatomy*, s.l., 1998

14. FitzGerald M. P., Kotarinos R., *Rehabilitation of the short pelvic floor. I: background and patient evaluation*, in International Urogynecology Journal, s.l., 2003
15. Labat J J., et al., *Diagnostic criteria for pudendal neuralgia by pudendal nerve entrapment (Nantes criteria)*, in Neurourology and Urodynamics, s.l., Wiley-Liss, 2009
16. Dumitru D., et al., *Electrodiagnostic Medicine*, 2th ed, Philadelphia, Hanley & Belfus, 2001
17. Preston D. C., Shapiro B. E., *Electromyography and Neuromuscular Disorders: Clinical-Electrophysiologic Correlations*, 3th ed, Philadelphia, Elsevier Saunders, 2013
18. Merletti R., Farina D., *Surface Electromyography: Physiology, Engineering, and Applications*, sl., Wiley-IEEE Press, 2016
19. Stålberg E., Schwartz M. S., *Needle Electromyography: Basic Concepts and Clinical Applications*, in Muscle & Nerve, s.l., Wiley, 1996
20. Podnar S., *Electrophysiological Studies of the Pudendal Nerve*, in Neurourology and Urodynamics, 26(2), 214-221, New Jersey, Wiley, 2007
21. Podnar S., Vodusek D. B., *Standardization of Methodology of the Pudendal Nerve Motor Conduction Study*, in Clinical Neurophysiology, 112(12), 2209-2210, Amsterdam, Elsevier, 2001
22. Beco J., Bex M., *Pudendal Nerve Entrapment: A Review of the Literature*, in International Urogynecology Journal, 20(6), 673-681, New York, Springer, 2009
23. Amarenco G., et al., *A Study of the Pudendal Nerve Motor Latency in 100 Patients with Urinary Incontinence*, in Journal of Urology, 139(3), 513-516, USA, Elsevier, 1988
24. Tagliafico A., Maribel Perez M., Martinoli C., *High-Resolution Ultrasound of the pudendal nerve: Normal Anatomy*, in Muscle & Nerve, 47(3), 403-408, Wiley Online, New Jersey, 2012, DOI: 10.1002/mus.23537/<https://doi.org/10.1002/mus.23537>
25. Westbrook C., Kaut-Roth C., Talbot J., *MRI in Practice*, 4th ed., Chichester, Wiley-Blackwell, 2011, ISBN: 978-1444337433
26. Haacke E. M., et al., *Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Sequence Design*, New York, Wiley-Liss, 1999, ISBN: 978-0471351283
27. Bushong S. C., *Magnetic Resonance Imaging: Physical and Biological Principles*, 3rd ed, St. Louis, Elsevier Health Sciences, 2003, ISBN: 978-0323014853

28. Kumar A., Aggarwal N., Kant S., *Basics of Magnetic Resonance Imaging*, New Delhi, Jaypee Brothers Medical Publishers, 2010, ISBN: 978-9350250835
29. McRobbie D. W., et al., *MRI from Picture to Proton*, 2nd ed., Cambridge, Cambridge University Press, 2006, ISBN: 978-0521683845
30. Piloni V., et al., *MR imaging of the pudendal nerve: a one-year experience on an outpatient basis*, in *Pelviperineology*, 54-59, Moncelice, Diagnostic Centre, Iniziativa Medica s.p.a., 2014
31. Piloni V., Ravaglia S., *Imaging con risonanza magnetica (RM) della neuropatia del pudendo nel dolore pelvico cronico*, in *Pelviperineology*, 3-10, s.l., 2013
32. Chiaramonte R., Pavone P., Vecchio M., *Diagnosis, Rehabilitation and Preventive Strategies for Pudendal Neuropathy in Cyclists, A Systematic Review*, in *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(2), 42, s.l., MDPI, 2021, DOI: <https://doi.org/10.3390%2Fjfmk6020042>
33. Robert R., et al., *Pudendal Neuralgia: Diagnostic Delay and Associated Factors*, in *Pain Medicine*, s.l., Oxford University Press, 2018
34. Beco J., Mouchel J., Raftopoulos I., *Diagnostic challenges in pudendal neuralgia: A review*, in *Journal of Pain Research*, s.l., Dove Medical Press, 2017
35. Shafik A., et al., *Pudendal neuropathy: Anatomy, clinical presentation, and diagnosis*, in *Journal of Urology*, s.l., Elsevier, 2015
36. Orphanet Report Series, *Pudendal Neuralgia*, in *Orphanet Report Series*, s.l., Orphanet, 2020
37. Baurtant, et al., *Pudendal Nerve Entrapment Syndrome: Diagnosis and Treatment*, in *Techniques in Coloproctology*, s.l., Springer, 2019
38. De Kort L. M., et al., *MRI of the pudendal nerve in patients with pudendal neuralgia: A feasibility study*, in *European Journal of Radiology*, 80(3), 729-733, s.l., Elsevier, 2011
39. Thawait S. K., et al., *High-resolution MR neurography of the lumbosacral plexus and pelvic nerves: Structural and functional evaluation of chronic pelvic pain*, in *Radiographics*, s.l., Radiological Society of North America (RSNA), 2015
40. Westbrook C., Roth C., Talbot J., *MRI in Practice*, Oxford, Wiley-Blackwell, 2011, ISBN: 978-1444337433
41. Haacke E. M., et al., *Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Sequence Design*, New York, Wiley-Liss, 1999, ISBN: 978-0471351283

42. Stewart C. Bushong, *Magnetic Resonance Imaging: Physical and Biological Principles*, Missouri, Elsevier Health Sciences, 2003, ISBN: 978-0323014853
43. Bendszus M., Stoll G., *Technology Insight: visualizing peripheral nerve injury using MRI*, in *Nature Reviews Neurology*, s.l., Nature Publishing Group, 2003
44. Godelman A., Shah M. V., Kabakci M. S., *MR Imaging of Entrapment Neuropathies of the Lower Extremity*, in *American Journal of Roentgenology (AJR)*, s.l., American Roentgen Ray Society, 2004
45. Bley T. A., et al., *MR Imaging of Peripheral Nerves*, in *Seminars in Musculoskeletal Radiology*, s.l., Thieme Medical Publishers, 2010
46. Chhabra A., et al., *MR Neurography: Advances*, in *Radiologic Clinics of North America*, s.l., Springer, 2011
47. Felix S., et al., *Comparison of fat suppression techniques in MRI of the head and neck*, in *American Journal of Neuroradiology (AJNR)*, s.l., Elsevier, 2007
48. Edelman R., *Fast selective black blood MR imaging*, in *Radiology*, 181(3), 655- s.l., Radiological Society of North America (RSNA), 1991
49. Chappell E. K., et al., *Magic Angle Effects in MR Neurography*, in *American Journal of Neuroradiology (AJNR)*, 25(3):431-40, s.l., American Society of Neuroradiology (ASNR), 2014
50. Dumitru D., et al., *Electrodiagnostic Medicine*, 2nd ed., Philadelphia, Hanley & Belfus, Inc., 2001, ISBN: 978-1560534330
51. Podnar S., *Electrophysiological Studies of the Pudendal Nerve*, in *Neurourology and Urodynamics*, 26(2), 214-221, s.l., Wiley-Liss, 2007
52. Shafik A., *Role of pelvic floor ultrasonography in pudendal nerve entrapment syndrome*, in *International Urogynecology Journal*, 11(2), 108-113, s.l., Springer, 2000
53. Hollerweger A., et al., *Ultrasound of the pelvic floor: Technique, anatomy, and clinical correlation*, in *European Journal of Radiology*, 64(2), 176-185, s.l., Elsevier, 2007
54. Beco J., et al., *MRI of pudendal nerve entrapment syndrome: An approach tailored to clinical symptoms*, in *European Radiology*, 25(5), 1244-1253, s.l., Springer, 2015
55. Elahi F., et al., *Magnetic Resonance Neurography and Clinical Correlation in Pudendal Neuralgia: a Review of Techniques and Efficacy*, in *Pain Physician*, 17(3), 103-110, s.l., American Society of Interventional Pain Physicians (ASIPP), 2014