

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna

DOTTORATO DI RICERCA IN
SCIENZE MEDICHE GENERALI E SCIENZE DEI SERVIZI

Ciclo 34

Settore Concorsuale: 06/H1 - GINECOLOGIA E OSTETRICIA

Settore Scientifico Disciplinare: MED/40 - GINECOLOGIA E OSTETRICIA

L'ECOGRAFIA TRANSPERINEALE TRIDIMENSIONALE NELLA DIAGNOSI DI
AVULSIONE DEL MUSCOLO ELEVATORE DELL'ANO DOPO PARTO
VAGINALE

Presentata da: Luisa Cariello

Coordinatore Dottorato

Fabio Piscaglia

Supervisore

Gianluigi Pilu

Esame finale anno 2022

1. INTRODUZIONE e OBIETTIVI

2. METODI

2.1 ECOGRAFIA TRANSPERINEALE

2.1.1 VALUTAZIONE QUALITATIVA

2.1.2 VALUTAZIONE QUANTITATIVA

2.1.3 ANALISI STATISTICA

3. RISULTATI

3.1 VALUTAZIONE QUALITATIVA

3.2 VALUTAZIONE QUANTITATIVA

4. DISCUSSIONE

5. CONCLUSIONI

6. BIBLIOGRAFIA

1 – INTRODUZIONE

Nel corso di un parto vaginale il muscolo elevatore dell'ano (LAM) viene stirato fino a tre volte la sua lunghezza [1]. Di conseguenza, dal 15% fino al 30% dei primi parti vaginali risultano in una lesione del LAM, dai macro traumi con contestuali sintomi più o meno severi (es. incontinenza urinaria e/o fecale) ai micro traumi spesso anche asintomatici [2,3].

Nonostante siano stati identificati molti fattori di rischio, quali età materna, parto con forcipe, basso indice di massa corporea, rimane pressochè impossibile una accurata predizione di avulsione del LAM [4-7].

Donne con lesione di tale muscolo, presentano un rischio più alto di sviluppare prolasso genitale (POP) [8]. Infatti l'avulsione del LAM sembra raddoppiare il rischio di prolasso del comparto anteriore e centrale, ed esiste una correlazione diretta tra l'estensione del difetto e la comparsa di sintomi da prolasso genitale [8-9], con maggior rischio di ricorrenza del prolasso stesso anche dopo chirurgia [9].

Nonostante la sua importanza, la diagnosi clinica di trauma dell'elevatore dell'ano rimane complessa. La sua palpazione infatti richiede una grande esperienza ed è poco riproducibile [10].

Nell'ultima decade, l'ecografia transperineale (TPUS) 3D e 4D ha mostrato un'elevata accuratezza e riproducibilità nella diagnosi di lesioni a carico dell'elevatore. Anche in questo caso però, la valutazione soggettiva spesso è inconcludente. Pertanto, in alcuni casi è necessaria una valutazione quantitativa, misurando ad esempio la distanza tra l'uretra ed il LAM nel suo punto di inserzione sul ramo pubico ("levator-urethral gap"), che pare essere utile per una diagnosi oggettiva di lesioni a carico di questo muscolo [11].

La tecnica gold standard per l'analisi di volumi 3D e 4D transperineali e la diagnosi di avulsione del LAM è la TUI (tomographic ultrasound imaging) [12].

Di recente è stato suggerito un approccio semplificato per visualizzare e studiare il LAM con l'ecografia transperineale, usando una ricostruzione lineare (OmniView) in associazione ad una tecnica di rinforzo del contrasto detta VCI (volume contrast imaging) [GE Healthcare, Zipf, Austria]. La tecnica OmniView permette la ricostruzione di un volume 3D e 4D, tracciando una semplice linea passante per i punti di repere che vogliamo analizzare su qualsiasi piano selezionato nella valutazione multiplanare, senza dover necessariamente ruotare e quindi "aggiustare" sul piano Z la nostra immagine di partenza, come accade invece per la tecnica TUI. Questo semplifica

la ricostruzione e soprattutto permette di ottenerla in tempi più rapidi [14]. La tecnica VCI ad essa associata, migliora la risoluzione della immagine ottenuta dalla ricostruzione, eliminando i pixel di disturbo e rendendola più uniforme (figura 1).

Tale tecnica, fino ad ora, è stata utilizzata nella misurazione dell'area all'interno dell'elevatore (iato pelvico), ma non per la valutazione di una sua eventuale avulsione (figura 2).

L'obiettivo del nostro studio è stato valutare la concordanza tra le due tecniche (OmniView-VCI e TUI) nella diagnosi di avulsione del LAM. Inoltre, è stata valutata l'affidabilità dell' OmniView-VCI nella misurazione della distanza uretra-elevatore ("levator-urethral gap").

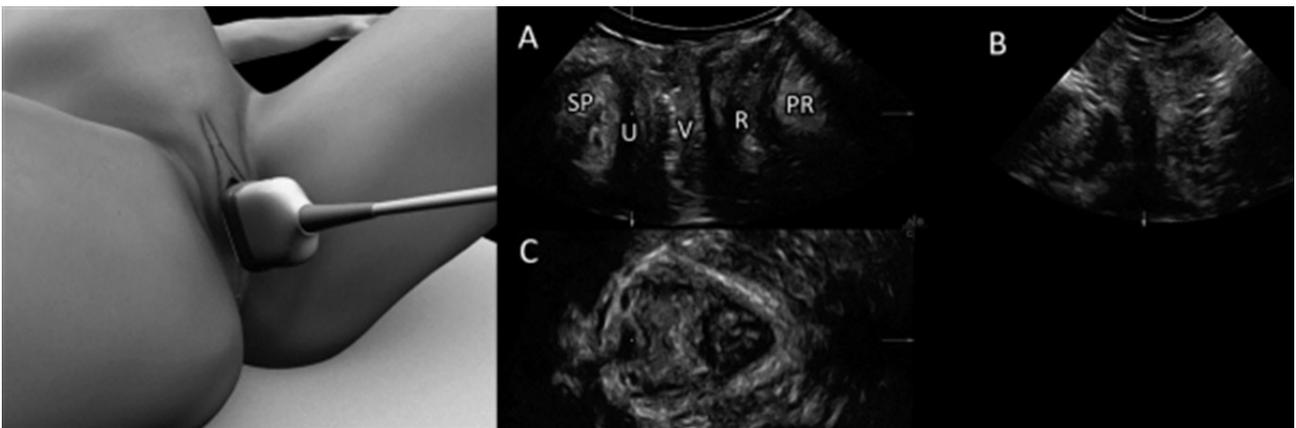


Figura 1- Volume 3D acquisito per via translabiale sul piano mediosagittale. La modalità multiplanare mostra i 3 piani perpendicolari: mediosagittale (A), coronale (B) e assiale (C). Le principali strutture identificate sul piano di acquisizione (A) sono da sinistra a destra: sinfisi pubica (SP), uretra (U), vagina (V), retto (R) e muscolo puborettale (PR) che passa posteriormente al retto.

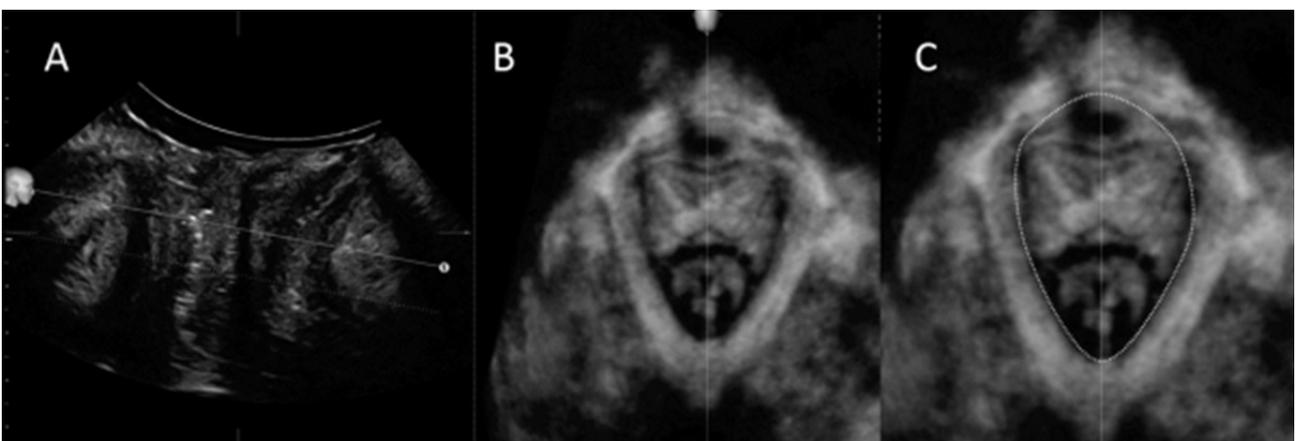


Figura 2- Tecnica OmniView-VCI. La linea di OmniView-VCI viene tracciata lungo il piano delle dimensioni minime dello iato pelvico tra il margine posteriore della sinfisi pubica e il margine anteriore del muscolo puborettale, dove definisce l'angolo anorettale, comprendendo uno spessore tra 10 e 20 mm

(A). Il piano delle dimensioni esaminate viene visualizzato automaticamente sul lato destro (B). Misurazione dell'area iatale pelvica (C).

2 – METODI

Sono state reclutate prospettivamente una serie non consecutiva di pazienti dopo il loro primo parto spontaneo (no forcipe o ventosa) e prima della dimissione dal nostro Reparto del Policlinico Sant'Orsola tra Gennaio e Giugno 2019. Tali donne sono state quindi invitate a sottoporsi ad ecografia transperineale a 3 - 6 mesi dopo il parto.

2.1 – ECOGRAFIA TRANSPERINEALE

L'immagine è stata acquisita utilizzando un ecografo (Voluson E8 Expert) mediante sonda convex tridimensionale posizionata sul piano sagittale mediano, dopo averla coperta con guanto sterile (figura 3). I volumi transperineali sono stati acquisiti a riposo, durante la massima contrazione del pavimento pelvico e al picco della manovra di Valsalva dallo stesso operatore. Il disegno dello studio ha previsto la raccolta e successiva analisi offline (su computer mediante software dedicato) di volumi acquisiti in condizioni 1) di riposo, 2) massima contrazione dell'elevatore dell'ano e 3) manovra di Valsalva.

Per tutte le acquisizioni 4D TPUS è stata utilizzata una tecnica precedentemente validata: tecnica di ricostruzione lineare (OmniView) combinata ad un aumento del contrasto (VCI – volume contrast imaging). Lo spessore utilizzato del VCI era compreso tra 10 e 20 mm [13,14].

Per visualizzare adeguatamente l'elevatore dell'ano, l'obiettivo era acquisire l'immagine 3D delle minime dimensioni dello iato pelvico. Tale piano passa dal margine inferiore della sinfisi pubica al bordo anteriore del muscolo puborettale al davanti del retto, creando l'angolo ano rettale.

Il vantaggio principale di tale tecnica consiste nella sua semplicità. Non è infatti richiesto, come per altre tecniche, di ruotare prima l'immagine ecografica per porre sulla stessa linea i due elementi di riferimento (sinfisi pubica e angolo anoretale). L'OmniView-VCI rappresenta un'eccezione in tal senso, in quanto la linea per la ricostruzione 3D dello iato pelvico e quindi dell'elevatore dell'ano, può essere disegnata liberamente, anche nell'analisi a posteriori, senza alcuna necessità di rotazione o variazione dell'immagine acquisita.

Tutti i volumi sono stati salvati su ecografo e successivamente trasferiti in forma pseudo anonima sul computer provvisto del software dedicato (4D View 9.0; GE

Medical Systems) per analisi offline. Per ciascuna paziente, l'area iatale è stata misurata a riposo, alla massima contrazione e durante il picco della manovra di Valsalva, usando la tecnica OmniView-VCI, precedentemente descritta. [15]

Per determinare l'integrità del LAM, ciascun volume 4D è stato analizzato da un operatore (AY, EM e LC) mediante TUI [12] e OmniView-VCI [14,15]. Per ogni volume è stata valutata l'integrità dell'elevatore dell'ano in modo qualitativo e quantitativo alla massima contrazione del perineo materno. [16]

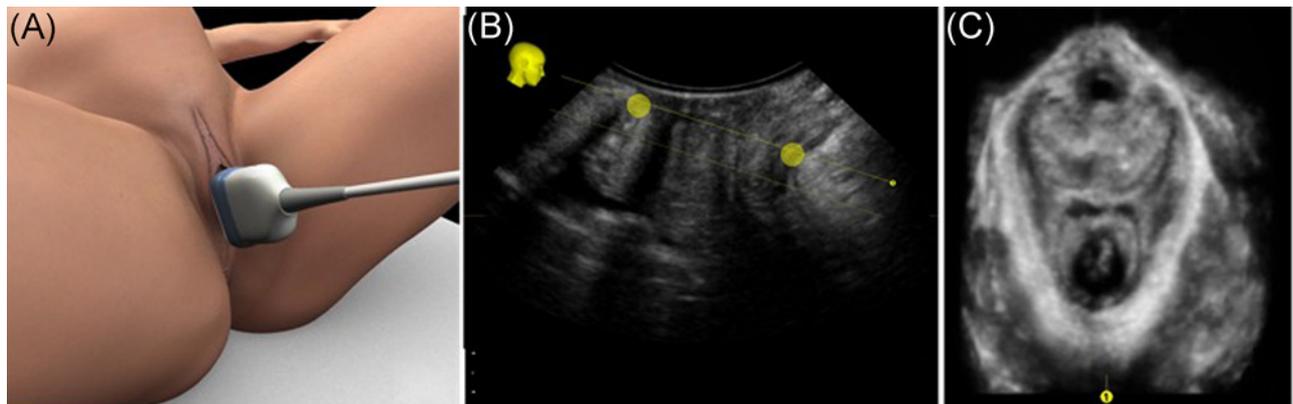


Figura 3 - Acquisizione di un volume 3D con OmniView-VCI per via translabiale sul piano mediosagittale (A). La linea dell'OmniView-VCI è disegnata lungo il piano delle minime dimensioni iatali pelviche, al massimo della contrazione del pavimento pelvico, includendo una fetta di 10 mm di spessore (B). Il piano delle dimensioni iatali minime dovrebbe passare per la porzione inferiore della sinfisi pubica e per l'angolo anorettale, indicato dai due punti sull'immagine ecografica. Il muscolo elevatore dell'ano viene visualizzato automaticamente sul lato destro (C)

2.1.1 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

Tale valutazione è soggettiva e riguarda l'inserzione del muscolo puborettale sui rami pubici. Con la TUI, l'avulsione del LAM veniva definita come una sua anomala inserzione sui rami pubici visibile nelle tre immagini centrali. [12] Con la tecnica Omniview-VCI, l'avulsione veniva diagnosticata quando era visualizzata una sua anomala inserzione nell'immagine ricostruita a massima contrazione dello iato pelvico [14].

La valutazione qualitativa con la TUI è stata eseguita da un operatore (AY) e l'avulsione dell'elevatore dell'ano era diagnosticata come un'anomala inserzione del muscolo sui rami pubici in almeno tre immagini centrali. [12] La valutazione di tale operatore è stata considerata il gold standard, e quindi come diagnosi di avulsione e se non confermata dalla TUI, considerata un falso positivo.

Inoltre, per determinare l'affidabilità della tecnica Omniview-VCI, la valutazione

qualitativa di avulsione del LAM è stata eseguita due volte da un operatore (EM) ed una volta da un altro (LC) per valutare anche la riproducibilità intra e inter operatore. Per valutare la concordanza tra le due tecniche di ricostruzione 3D-4D, è stata utilizzata la prima valutazione qualitativa dell'Omniview-VCI da parte dell'operatore EM.

2.1.2 - VALUTAZIONE QUANTITATIVA

La valutazione quantitativa comprende la misurazione del levator-urethral gap (LUG). LUG è definita come la distanza tra il centro dell'uretra e l'inserzione dell'elevatore [11]. Con l'analisi TUI, l'avulsione viene definita come $LUG > 25$ mm in tutte e tre le immagini centrali al picco della contrazione (figura 4). Tale cut-off è stato stabilito in studi precedenti che hanno dimostrato come tale valore abbia una specificità del 94% nella diagnosi di avulsione dell'elevatore [24]. Allo stesso modo con la tecnica Omniview-VCI, la diagnosi viene eseguita se $LUG > 25$ mm sulla singola immagine da ricostruzione del piano alla massima contrazione dello iato pelvico (figura 5). Per minimizzare i bias, è intercorsa almeno una settimana tra le due analisi dello stesso volume eseguite da due operatori differenti e blinded rispetto le reciproche misurazioni e i dati clinici delle pazienti, al fine di valutare la riproducibilità inter-operatore.

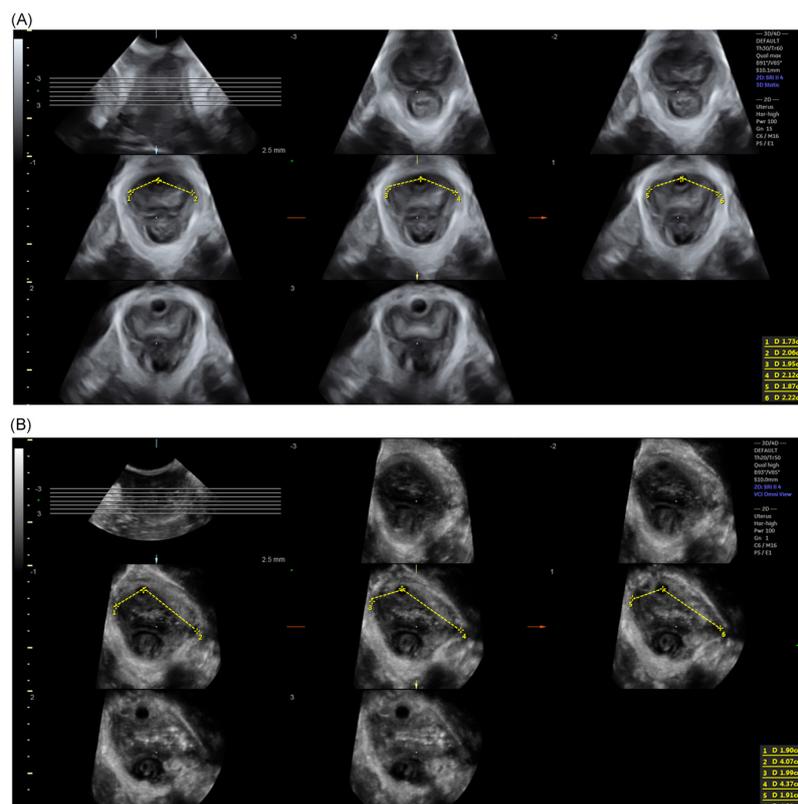


Figura 4 - Misurazione della distanza elevatore-uretra (LUG) con tecnica ecografica tomografica in una donna senza avulsione del muscolo elevatore dell'ano (LAM) (A) e in una donna con avulsione del LAM

sul lato sinistro (B).

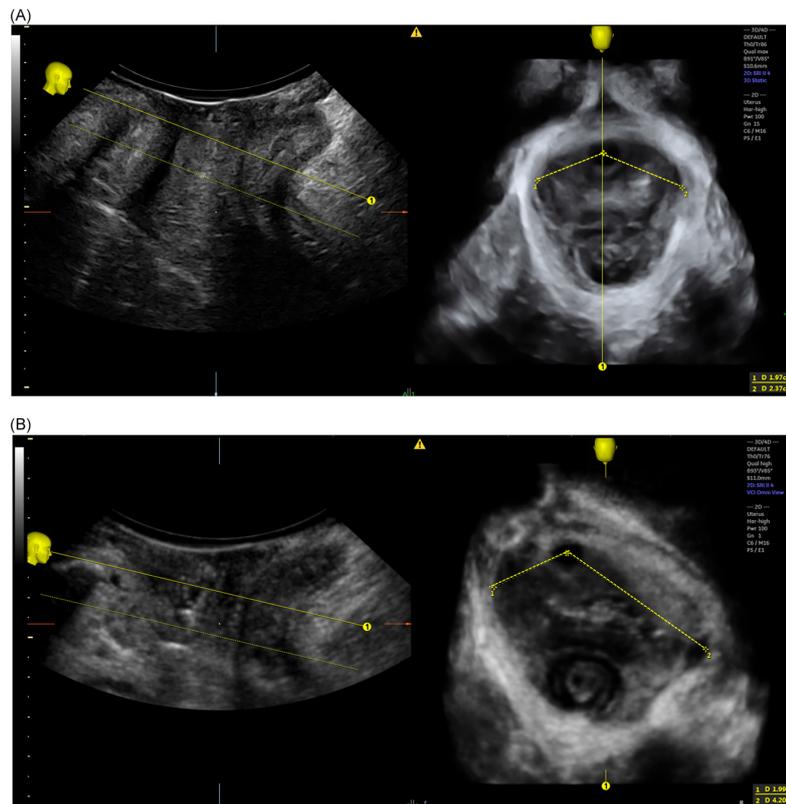


Figura 5 - Misurazione della distanza elevatore-uretra (LUG) con tecnica OmniView-VCI in una donna senza avulsione del muscolo elevatore dell'ano (LAM) (A) e in una donna con avulsione del LAM sinistro (B).

Sia per la tecnica OmniView-VCI che TUI, la misurazione del LUG avviene partendo dal centro dell'uretra tracciando una linea retta che raggiunga i rami pubici dell'elevatore dell'ano, a destra e a sinistra dell'uretra stessa.

2.1.3 - STATISTICA

La concordanza tra le due tecniche nella diagnosi di avulsione del LAM, è stata determinata mediante coefficiente kappa di Cohen (k). K oltre 0,75 viene considerata come eccellente, tra 0.40 e 0.75 buona, e sotto 0.40 come scadente.

La concordanza tra gli operatori e tra le due misurazioni del LUG eseguite dallo stesso operatore con la tecnica Omniview-VCI, così come la concordanza tra i due metodi Omniview-VCI e TUI, sono state espresse mediante coefficiente di correlazione interclasse (ICCs) e intervallo di confidenza al 95% (CIs) per le singole misurazioni.

La media delle misure del LUG delle tre immagini centrali della TUI, è stata utilizzata nell'analisi della ripetibilità intermetodo [17]. Nel calcolo delle differenze sistematiche si è utilizzato il t di Student. Per quanto concerne la ripetibilità, per valutare il bias

sistematico tra le misurazioni intraoperatore vs interoperatore e OmniView-VCI vs TUI, le differenze tra i valori sono state tracciate rispetto alle medie delle misurazioni come descritto da Bland e Altman [18]. Sono stati calcolati anche i coefficienti di ripetibilità. Per l'accuratezza dell'OmniView-VCI nella diagnosi di avulsione LAM si è considerata la diagnosi TUI come il gold standard. Questo è stato valutato mediante l'area sotto la curva ROC (receiver-operating characteristic [ROC] curve). Le analisi statistiche sono state eseguite utilizzando la versione SPSS 21.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) e i valori di P a due code $<.05$ sono stati considerati statisticamente significativi.

Il protocollo di studio è stato approvato dal Comitato Etico locale del nostro Policlinico Universitario (approvazione n. 96/2014/O/Oss) e un modulo di consenso è stato firmato da ciascuna paziente considerata reclutabile. Il protocollo dello studio è coerente con le linee guida etiche della "Dichiarazione dell'Associazione medica mondiale di Helsinki: principi etici per la ricerca medica che coinvolge soggetti umani".

3 - RISULTATI

Complessivamente, sono state reclutate 131 donne ai fini dello studio. Tra queste, 114 si sono presentate all'ecografia postpartum e quindi incluse nell'analisi. Le caratteristiche della popolazione di studio sono riportate nella Tabella 1.

Population	Median \pm SD
Maternal age, y	32 \pm 7
BMI, kg/m ²	23.8 \pm 4.2
Hiatal area at rest, cm ²	14.1 \pm 2.7
Hiatal area at PFMC, cm ²	10.9 \pm 2.4
Hiatal area at maximum Valsalva, cm ²	19.0 \pm 5.3
LUG by tomographic technique, cm	1.99 \pm 0.41
LUG by OmniView-VCI, cm	2.08 \pm 0.43

Note: Data are given as mean (\pm SD).

Abbreviations: BMI, body mass index; LUG, levator-urethral gap; PFMC, pelvic floor muscle contraction; VCI, volume contrast Imaging.

Tabella - 1

3.1- VALUTAZIONE QUALITATIVA

Nella nostra popolazione di studio, l'avulsione del LAM è stata diagnosticata in 14/114 (12,3%) alla valutazione qualitativa TUI (considerata come il gold standard, e quindi

avulsione vera) e in 22/114 (19,3%) con la tecnica OmniView-VCI.

La tecnica Omniview-VCI mostra una sensibilità dell'82%, una specificità del 97%, con un VPP del 63% ed un VPN del 100%.

Le due tecniche hanno mostrato una buona concordanza (κ di Cohen = 0,691, 95% CI, 0,522-0,860; $P < 0,001$). In particolare, tutti i casi con avulsione diagnosticati dalla TUI sono risultati come avulsione anche con la tecnica OmniView-VCI, mentre d'altra parte l'OmniView-VCI ha diagnosticato erroneamente avulsione dell'elevatore in otto donne senza avulsione con la tecnica TUI (tasso di falsi positivi 7%). La concordanza sia intraosservatore che interosservatore tra OmniView-VCI e TUI è risultata buona (k di Cohen = 0.738, IC 95%, 0.597-0.879; $P < .001$ e k di Cohen = 0.864, IC 95%, 0.750-0.978; $P < .001$, rispettivamente). I dati della valutazione qualitativa sono riportati nella tabella 2.

		Tomographic technique (TUI)				Total
		No avulsion	Right avulsion	Left avulsion	Bilateral avulsion	
OmniView-VCI	No avulsion	92	0	0	0	92
	Right avulsion	5	3	0	0	8
	Left avulsion	3	0	5	0	8
	Bilateral avulsion	0	1	1	4	6
Total		100	4	6	4	114

Tabella-2 tabella per la concordanza tra le due tecniche nella diagnosi di avulsione dell'elevatore dell'ano

3.2 - VALUTAZIONE QUANTITATIVA

La media delle misure del LUG mediante l'OmniView-VCI nelle donne con e senza avulsione dell'elevatore erano rispettivamente di $3,01 \pm 0,67$ cm e $1,98 \pm 0,24$ cm ($P < .001$). Le misurazioni LUG con la tecnica OmniView-VCI hanno mostrato un'ottima riproducibilità intraoperatore e interoperatore (ICC 0.895; 95% CI, 0.866-0.918 e ICC 0.821; 95% CI, 0.774-0.858, rispettivamente). Allo stesso modo, è stata trovata un'ottima concordanza tra le misurazioni LUG della tecnica OmniView-VCI e quelle eseguite con la TUI (ICC 0.813; 95% CI, 0.764-0.853). Nessuna differenza sistematica è stata riscontrata negli studi di affidabilità (Tabella 3). I grafici di Bland-Altman della concordanza intraosservatore-interosservatore e intermetodo sono mostrati nella Figura 6. Abbiamo anche valutato l'accuratezza nella misurazione del LUG con OmniView-VCI nella predizione di una vera avulsione dell'elevatore (definita come avulsione del LAM diagnosticata dalla valutazione qualitativa di un operatore esperto su TUI) mediante curve ROC (Figura 7). L'area sotto la curva è risultata 0.931 (0.868-0.994,

95% CI; $P < 0,001$). Il miglior cut off del LUG suggerito con Omniview-VCI per la diagnosi avulsione è di 24 mm, con una sensibilità dell'82% ed una specificità del 97%. La figura 6 mostra la curva ROC elaborata per la metodica TUI.

Parameter	Intraobserver	Interobserver	Intermethod (TUI vs VCI)
Mean difference (95% CI), cm^2	0.022 (-0.032 to 0.077)	0.105 (0.054 to 0.158)	0.089 (0.038 to 0.140)
Range of differences, cm^2	-0.79 to 0.57	-0.70 to 0.92	-0.97 to 0.93
Systematic difference P value ^a	0.091	0.064	0.136
ICC (95% CI)	0.895 ⁺ (0.866 to 0.918)	0.821* (0.774 to 0.858)	0.813* (0.764 to 0.853)
95% LOA (95% CI), cm^2			
Upper	0.41 (0.32 to 0.51)	0.60 (0.51 to 0.69)	0.59 (0.50 to 0.68)
Lower	-0.37 (-0.46 to -0.27)	-0.39 (-0.48 to -0.30)	-0.41 (-0.50 to -0.32)
Repeatability coefficient, cm^2	± 0.39	± 0.49	± 0.50

Tabella-3

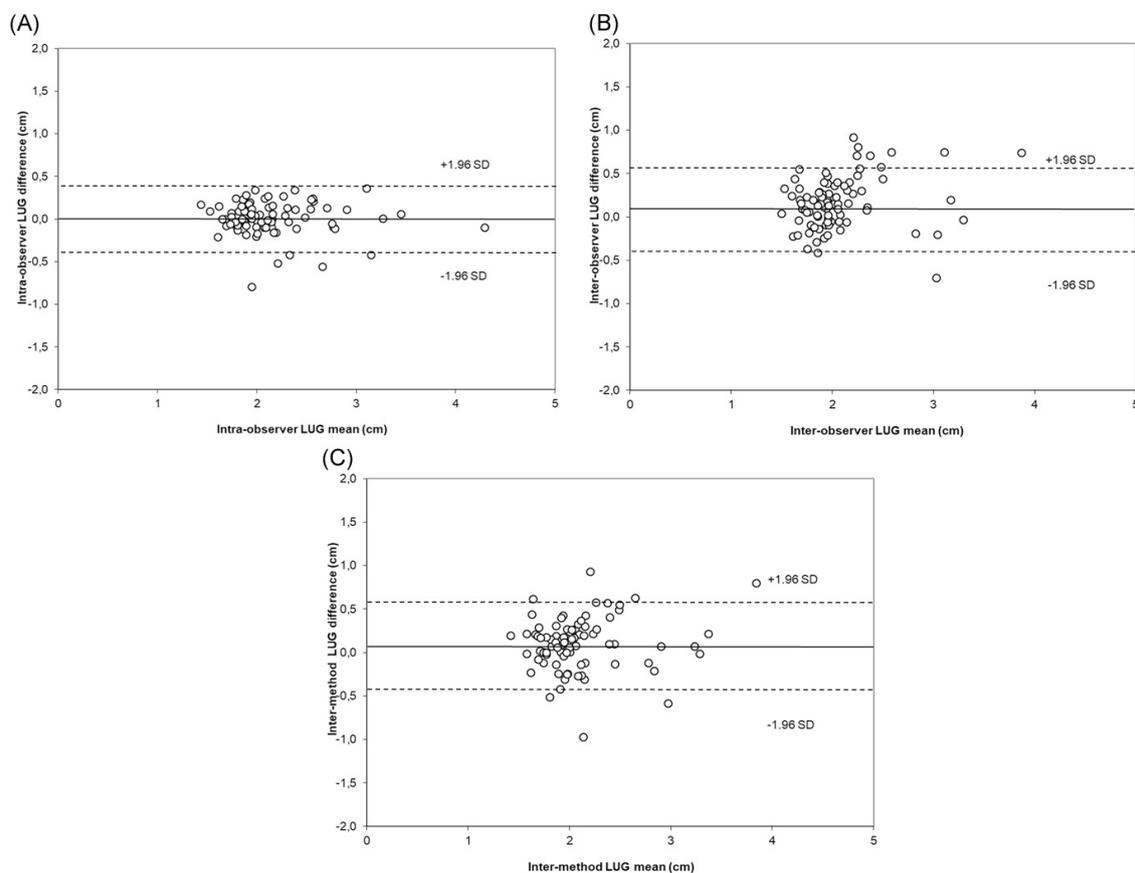


Figura 6 - Grafici Bland-Altman di misurazione del gap elevatore-uretra da parte dell'operatore 1 utilizzando la tecnica OmniView-VCI vs (A) seconda misurazione da parte dell'operatore 1 (intraoperatore), (B) misurazione da parte dell'operatore 2 (interoperatore) e (C) misurazione con la tecnica tomografica. La linea continua rappresenta la differenza media e le linee tratteggiate rappresentano i limiti di concordanza del 95% (ovvero, differenza media $\pm 1,96$ DS)

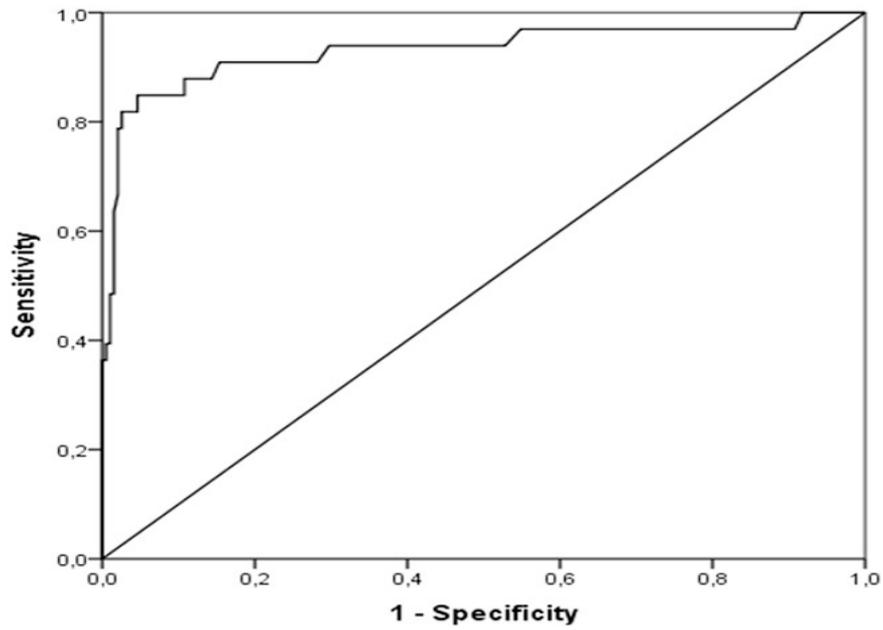


Figura 7 - Curva ROC per la diagnosi di avulsione dell'elevatore mediante misurazione del gap elevatore-uretra.

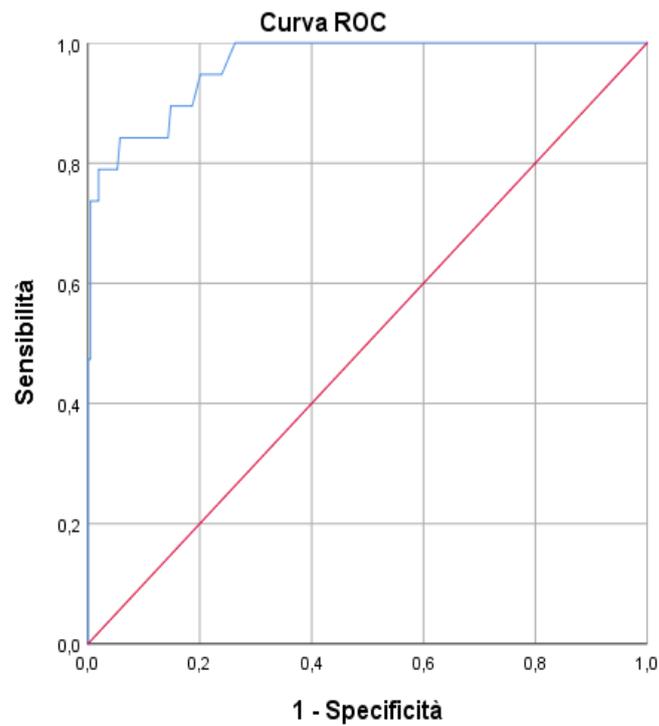


Figura 8 - Accuratezza nella misurazione del LUG con TUI. L'area sotto la curva è risultata 0.964 (0.929-0.998, 95% CI; P <0,001)

4 - DISCUSSIONE

Nel presente studio, abbiamo fornito dati originali sull'uso di una semplice e nuova tecnica di analisi ecografica 3D/4D nella valutazione dell'integrità del LAM. Abbiamo dimostrato che la misurazione del LUG utilizzando la tecnica OmniView-VCI è fattibile in tutta la nostra popolazione studiata e che è altamente affidabile con un'ottima concordanza intraosservatore e interosservatore. Inoltre, abbiamo mostrato un'ottima concordanza tra le misurazioni del LUG con OmniView-VCI e quelle eseguite utilizzando la tecnica multislice (TUI), cioè l'attuale gold standard. Sebbene la valutazione qualitativa dell'integrità del LAM utilizzando l'OmniView-VCI da parte di un operatore esperto non abbia mancato di rilevare nessuno dei casi di avulsione, è risultata una percentuale di falsi positivi del 7%.

L'OmniView-VCI è una tecnica semplice e affidabile per l'analisi di volumi TPU 3D/4D [14,15]. Ad oggi, questa tecnica è stata testata e utilizzata esclusivamente nella misurazione dell'area iatale dell'elevatore [19-21].

L'avulsione del LAM è una complicanza piuttosto comune del parto vaginale ed è un importante fattore di rischio per il prollasso genitale [8,22]. E' stato suggerito che sia l'anello mancante tra il parto ed il POP. L'ecografia transperineale 3D/4D offre uno strumento affidabile e accurato per la valutazione dell'integrità e della funzione del LAM [23].

Il gold standard per la diagnosi delle lesioni dell'elevatore dell'ano rimane la tecnica multislice (TUI) proposta da Dietz et al [12]. Nella maggior parte dei casi di lesione del LAM, la valutazione qualitativa è sufficiente per diagnosticare o escludere la diagnosi. In alcuni casi, tuttavia, la diagnosi è difficile. Pertanto, è stata suggerita una misurazione oggettiva e quantitativa (il gap tra l'uretra e l'inserzione del LAM sui rami pubici, cosiddetto LUG). L'inserimento anomalo del LAM è definito come un LUG >25 mm, e una completa avulsione viene definita con LUG >25 mm in tutte e tre le slice centrali alla tecnica TUI [11].

Nel presente studio, la valutazione soggettiva delle immagini prodotte dall'analisi 3D di OmniView-VCI ha sovradiagnosticato l'avulsione del LAM. Pertanto, alla luce dei dati attuali, riteniamo che OmniView-VCI non debba essere utilizzato in modo intercambiabile con la tecnica TUI per la valutazione dell'integrità del LAM.

D'altra parte, poiché OmniView-VCI non ha mancato nessuno dei casi di avulsione dell'elevatore, sarebbe ragionevole utilizzare tale tecnica come strumento di screening, richiedendo un'ulteriore valutazione da parte di un operatore esperto con la tecnica

multislice in caso di presenza di avulsione LAM sulla valutazione OmniView-VCI.

Per quanto riguarda la valutazione quantitativa dell'integrità del LAM utilizzando la misurazione LUG, la tecnica OmniView-VCI ha mostrato un'eccellente riproducibilità. Il miglior cut-off per diagnosticare l'avulsione LAM su immagini ricostruite mediante OmniView era di 24 mm, con una sensibilità dell'82% e una specificità del 97%, coerentemente con quanto riportato in precedenza da altri gruppi [11]. Anche in questo caso, tale cut-off offriva un valore estremamente elevato di sensibilità, suggerendo che può essere utilizzato come metodo di screening, ma non come strumento diagnostico definitivo, che rimane la tecnica multislice.

Il nostro studio presenta alcuni limiti. Il principale punto debole è rappresentato dal fatto che tutte le scansioni e le analisi delle acquisizioni sono state eseguite da operatori esperti. Pertanto, resta da valutare se le prestazioni di OmniView-VCI saranno simili nelle mani di operatori meno esperti. In secondo luogo, nella nostra analisi abbiamo incluso solo 14 casi di avulsione LAM. Tuttavia, era un numero sufficiente per eseguire tutte le analisi di riproducibilità necessarie. Altro limite è rappresentato da una popolazione non consecutiva e probabilmente sarebbe stato utile avere anche un confronto tra tali reperti ecografici e reperti RM.

5 - CONCLUSIONI

In conclusione, la tecnica OmniView-VCI fornisce un metodo semplice e riproducibile per la valutazione dell'integrità dell'elevatore dell'ano. Tuttavia, in alcuni casi può sovradiagnosticare l'avulsione del LAM. Questo studio suggerisce che la tecnica OmniView-VCI può essere utile come strumento di screening per lesioni LAM, ma non come strumento diagnostico. Inoltre, sono necessari studi più ampi, in particolare per valutare le prestazioni di OmniView in mani meno esperte prima di applicare questo strumento di screening nella pratica clinica.

6 - BIBLIOGRAFIA

1. Svabik K, Shek KL, Dietz HP. How much does the levator hiatus have to stretch during childbirth? BJOG. 2009;116(12): 1657-1662.
2. Dietz HP. Pelvic floor trauma in childbirth. Aust N Z J Obstet Gynaecol. 2013;53(3):220-230.
3. Dietz HP, Wilson PD. Childbirth and pelvic floor trauma. Best Pract Res Clin

- Obstet Gynaecol. 2005;19(6):913-924.
4. Krofta L, Otcenasek M, Kasikova E, Feyereisl J. Pubococcy- geus-puborectalis trauma after forceps delivery: evaluation of the levator ani muscle with 3D/4D ultrasound. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct.* 2009;20(10):1175-1181.
 5. Shek KL, Dietz HP. Can levator avulsion be predicted antenatally? *Am J Obstet Gynecol.* 2010;202(6):586e1-586.e6.
 6. Dietz HP. Pelvic floor ultrasound: a review. *Am J Obstet Gynecol.* 2010;202(4):321-334.
 7. Youssef A, Salsi G, Cataneo I, et al. Fundal pressure in second stage of labor (Kristeller maneuver) is associated with increased risk of levator ani muscle avulsion. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2019;53(1):95-100.
 8. Dietz HP, Simpson JM. Levator trauma is associated with pelvic organ prolapse. *BJOG.* 2008;115(8):979-984.
 9. Model AN, Shek KL, Dietz HP. Levator defects are associated with prolapse after pelvic floor surgery. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2010;153(2):220-223.
 10. Dietz HP, Hyland G, Hay-Smith J. The assessment of levator trauma: a comparison between palpation and 4D pelvic floor ultrasound. *Neurourol Urodyn.* 2006;25(5):424-427.
 11. Dietz HP, Abbu A, Shek KL. The levator-urethra gap measurement: a more objective means of determining levator avulsion? *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2008;32(7):941-945.
 12. Dietz HP, Bernardo MJ, Kirby A, Shek KL. Minimal criteria for the diagnosis of avulsion of the puborectalis muscle by tomographic ultrasound. *Int Urogynecol J.* 2011;22(6):699-704.
 13. Youssef A, Idris O, Dodaro MG, Badr I, Di Donna G, Kamel R. 3D ultrasound assessment of the pelvic floor: impact of a theoretical and practical course on caregiver's accuracy. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2019.
 14. Youssef A, Montaguti E, Sanlorenzo O, et al. A new simple technique for 3-dimensional sonographic assessment of the pelvic floor muscles. *J Ultrasound Med.* 2015;34(1):65-72.
 15. Youssef A, Montaguti E, Sanlorenzo O, et al. Reliability of new three-dimensional ultrasound technique for pelvic hiatal area measurement. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2016; 47(5):629-635.
 16. Dietz HP, Pattillo Garnham A, Guzman Rojas R. Is it necessary to diagnose levator

- avulsion on pelvic floor muscle contraction? *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2017;49(2):252-256.
17. Rankin G, Stokes M. Reliability of assessment tools in rehabilitation: an illustration of appropriate statistical analyses. *Clin Rehabil.* 1998;12(3):187-199.
 18. Bland JM, Altman DG. Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Methods Med Res.* 1999;8(2):135-160.
 19. Youssef A, Cavalera M, Pacella G, et al. Is curved three-dimensional ultrasound reconstruction needed to assess the warped pelvic floor plane? *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2017; 50(3):388-394.
 20. Raimondo D, Youssef A, Mabrouk M, et al. Pelvic floor muscle dysfunction on 3D/4D transperineal ultrasound in patients with deep infiltrating endometriosis: a pilot study. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2017;50(4):527-532.
 21. Mabrouk M, Raimondo D, Del Forno S, et al. Pelvic floor muscle assessment on three and four-dimensional transperineal ultrasound in women with ovarian endometriosis with or without retroperitoneal infiltration: a step towards complete functional assessment. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2018;52(2):265-268.
 22. Abdool Z, Shek KL, Dietz HP. The effect of levator avulsion on hiatal dimension and function. *Am J Obstet Gynecol.* 2009; 201(1):89.e1-89.e5.
 23. Salsi G, Cataneo I, Dodaro MG, et al. Three-dimensional/ four-dimensional transperineal ultrasound: clinical utility and future prospects. *Int J Women's Health.* 2017;9:643-656.
 24. Dietz HP, Abbu A, Shek KL. The levator-urethra gap measurement: a more objective means of determining levator avulsion? *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2008;32(7):941-945.