

Ricerca

Effetto di differenti volumi e temperature di soluzione salina sulla misura della pressione vescicale in pazienti critici

Davide Chiumello¹, Federica Tallarini², Monica Chierichetti², Federico Polli², Gianluigi Li Bassi²,
Giuliana Motta², Serena Azzari², Cristian Carsenzola² e Luciano Gattinoni²

Riassunto

Introduzione. L'ipertensione intra-addominale è frequente nei pazienti critici ed è associata ad un peggioramento della gravità dell'insufficienza d'organo e ad un aumento della mortalità. Le tecniche più frequentemente utilizzate per stimare la pressione intra-addominale sono rappresentate dalle misure di pressione vescicale e pressione gastrica. La tecnica della pressione vescicale richiede l'infusione nella vescica di una certa quantità di soluzione salina, in modo da creare una colonna liquida conduttiva tra la vescica e il trasduttore. Scopo di questo studio era valutare l'effetto di differenti volumi e temperature della soluzione salina infusa sulla misura della pressione vescicale, usando come riferimento la pressione gastrica.

Metodi. Sono stati reclutati nello studio tredici pazienti critici in ventilazione meccanica (11 maschi; *body mass index* 25.5 ± 4.6 kg/m²; rapporto PaO₂/FiO₂ 225 ± 48 mmHg). La pressione vescicale è stata misurata utilizzando volumi di soluzione salina compresi tra 50 e 200 ml a temperatura corporea (35 - 37°C) e a temperatura ambiente (18 - 20°C).

Risultati. La pressione vescicale misurata non ha mostrato differenze tra 50 ml e 100 ml di soluzione salina (9.5 ± 3.7 mmHg e 13.7 ± 5.6 mmHg), mentre è risultata significativamente più elevata con 150 e 200 ml (21.1 ± 10.4 mmHg e 27.1 ± 15.5 mmHg). L'infusione di soluzione salina a temperatura ambiente ha prodotto una pressione vescicale significativamente più elevata rispetto a quella ottenuta con soluzione salina a temperatura corporea. La differenza minima tra pressione vescicale e pressione gastrica è stata ottenuta con un volume di 50 ml.

Conclusioni. La vescica si comporta come struttura passiva, trasmettendo la pressione intra-addominale, solo con volumi di soluzione salina compresi tra 50 ml e 100 ml. L'infusione di soluzione salina a temperatura ambiente ha prodotto una pressione vescicale più elevata, probabilmente a causa della contrazione del muscolo detrusore della vescica.

¹Dipartimento di Anestesia e Rianimazione, Fondazione IRCCS - 'Ospedale Maggiore Policlinico, Mangiagalli, Regina Elena', Via F. Sforza 35, 20122 Milano, Italia

²Istituto di Anestesia e Rianimazione, Università degli Studi di Milano, 'Ospedale Maggiore Policlinico, Mangiagalli, Regina Elena', Via F. Sforza 35, 20122 Milano, Italia

Indirizzare la corrispondenza a: Davide Chiumello, chiumello@libero.it

Ricevuto il 9 febbraio 2007; Revisioni richieste il 19 marzo 2007; Revisioni ricevute il 16 maggio 2007; Accettato il 26 luglio 2007;
Pubblicato il 26 luglio 2007

Critical Care 2007, **11**:R82 (doi:10.1186/cc6080)

Questo articolo è disponibile online all'indirizzo: <http://ccforum.com/content/11/4/R82>

© 2007 Chiumello *et al.*; licensee BioMed Central Ltd.

Articolo *open access* distribuito secondo le condizioni della Creative Commons Attribution License

(<http://creativecommons.org/licenses/by/2.0>), che permette, illimitatamente, l'uso, la distribuzione e la riproduzione con qualsiasi mezzo, a condizione che l'articolo originale sia correttamente citato.

IAH (*intra-abdominal hypertension*) = ipertensione intra-addominale; **IAP** (*intra-abdominal pressure*) = pressione intra-addominale; **IBP** (*intra-bladder pressure*) = pressione intravescicale; **IGP** (*intra-gastric pressure*) = pressione intragastrica

Introduzione

La pressione intra-addominale (IAP) è la pressione generata all'interno della cavità addominale; essa dipende dal grado di flessibilità del diaframma e della parete addominale, e dalla densità del contenuto addominale [1]. L'ipertensione intra-addominale (IAH), definita come un aumento anomalo della IAP, può riscontrarsi frequentemente nei pazienti critici, con una presenza che va dal 18% all'81% dei pazienti, a seconda del cut-off utilizzato [2-8].

Diverse condizioni cliniche possono indurre una IAH, tra cui accumulo di sangue, ascite, ematoma retroperitoneale, edema intestinale, pancreatite necrotizzante, rianimazione volêmica massiva, packing dopo laparotomia damage-control e chiusura di una parete addominale edematosa non compliant [3,9]. La IAH produce effetti negativi su molti organi, causando abbassamenti della portata cardiaca [10], deterioramento degli scambi gassosi [11-13] e riduzioni della perfusione splancnico-renale [14-16]. Nei pazienti in condizioni critiche per problemi chirurgici [17], traumatologici [2] o medici [6], la IAH è stata considerata un fattore predittivo indipendente della mortalità ospedaliera. Sebbene la decompressione chirurgica continui a rappresentare l'unica terapia definitiva in caso di IAH sostanziale, e nonostante la IAP si riduca dopo la decompressione, la mortalità resta considerevole [18,19].

Poiché l'addome e il suo contenuto possono essere considerati relativamente non comprimibili e fondamentalmente di natura fluida, si applica la legge di Pascal e si assume che la IAP misurata in un punto rifletta la IAP presente in tutto l'addome [4]. Sono stati proposti diversi metodi di misurazione della IAP, alcuni indiretti (basati sulla trasduzione della pressione vescicale, gastrica, o uterina con impiego di un catetere a palloncino) altri diretti (basati sull'uso di un catetere intraperitoneale) [1,20]. Tra tutti i diversi metodi, tuttavia, la tecnica basata sulla misura della pressione intravescicale (IBP) è quella più comunemente utilizzata per la semplicità e il costo contenuto [4,21].

La tecnica vescicale, originariamente descritta da Kron e i suoi collaboratori [14], parte dall'assunto che la vescica si comporti come un trasduttore di pressione passivo a membrana quando al suo interno viene infusa una piccola quantità di soluzione salina [14]. Per ottenere una stima della IBP, il riempimento della vescica è stato effettuato utilizzando diversi volumi di soluzione salina, da 50 ml fino a 250 ml [10,14,21-23]. Studi precedenti avevano dimostrato che, per evitare una sovrastima della IBP, il riempimento della vescica doveva essere effettuato con un piccolo volume di soluzione salina (10 – 25 ml) [22,24,25]. La International Abdominal Compartment Syndrome Consensus Conference [1] ha suggerito l'impiego di un volume di instillazione massimo di 25 ml di soluzione salina. Inoltre, la vescica, essendo un organo muscolare, può modificare la sua elasticità in risposta a vari stimoli esterni, come per esempio un'infusione di soluzione salina calda [26]. Ciò significa che la vescica può non comportarsi sempre come struttura elastica passiva, con conseguente possibilità di una stima inaccurata della IAP.

Scopo di questo studio era valutare la IAP stimata in base alla pressione vescicale, misurata mediante infusione in vescica di diversi volumi di soluzione salina a temperatura ambiente o a temperatura corporea; come riferimento è stata usata la pressione intragastrica (IGP).

Materiali e metodi

Popolazione studiata

Sono stati reclutati nello studio tredici pazienti sedati, in ventilazione meccanica, ricoverati nell'Unità di Terapia Intensiva dell'Ospedale Policlinico. Sono stati considerati criteri di esclusione l'esistenza di

controindicazioni alla misura della pressione vescicale (storia recente di chirurgia vescicale, ematuria, trauma, o vescica neurogena).

Lo studio è stato approvato dal comitato di revisione istituzionale del nostro ospedale, ed è stato ottenuto il consenso informato secondo le disposizioni di legge italiane.

Protocollo di studio

La IBP è stata misurata utilizzando una versione modificata della tecnica originale di Cheatham [21], con impiego di un trasduttore di pressione disposable (Edward Lifesciences, Irvine, CA, USA). Un ago da 18 gauge è stato introdotto nella porta di prelievo per colture del catetere di Foley e collegato, attraverso un tubo sterile, al trasduttore di pressione mediante due rubinetti a tre vie. Ad uno dei rubinetti è stata collegata una sacca infusionale standard di normale soluzione salina, mentre al secondo rubinetto è stata collegata una siringa da 60 ml. Prima di ogni misurazione il sistema è stato lavato con soluzione salina sterile. La sinfisi pubica è stata sempre considerata punto di riferimento per lo zero, con il soggetto in posizione supina completa.

La IBP è stata misurata mediante infusione di diversi volumi di soluzione salina (50, 100, 150 e 200 ml, con incrementi di 50 ml) a temperatura ambiente (18 - 20°C). La stessa sequenza di misure è stata poi ripetuta utilizzando soluzione salina riscaldata alla temperatura corporea (35 - 37°C). Per ogni volume di soluzione salina, la IBP è stata registrata dopo 5-10 secondi (registrazione precoce) e dopo 5 minuti (registrazione tardiva) dalla fine dell'infusione, tenendo chiuso il catetere vescicale. Dopo ogni misura, la vescica veniva svuotata.

Tutti i pazienti sono stati studiati con una PEEP esterna di 10 cmH₂O, mentre tutti gli altri parametri della ventilazione (selezionati in precedenza dal medico responsabile delle cure) sono stati lasciati invariati durante lo studio. Ogni paziente è stato sottoposto a due serie randomizzate di misure.

La IGP è stata misurata con impiego di un palloncino radiopaco (Smart-Cath; Bicare, Irvine, CA, USA) collegato ad un trasduttore di pressione (Bentley Trantec; Bentley Laboratories, Irvine, CA, USA) [27]. Per effettuare le misurazioni, il palloncino gastrico è stato gonfiato con 1.0 ml di aria.

La IBP e la IGP sono state misurate a fine espirazione e i segnali di pressione sono stati registrati su un personal computer per l'analisi successiva (Colligo; Elekton, Milano, Italia).

Il livello di sedazione prima dello studio è stato valutato con la scala di Ramsay [28]. La gravità della malattia sistemica al momento di ingresso nello studio è stata valutata con il punteggio SAPS II (*Simplified Acute Physiology Score II*) [29], mentre il punteggio SOFA (*Sepsis-related Organ Failure Assessment*) è stato calcolato con riferimento al giorno dello studio prendendo in considerazione il valore peggiore per ogni sistema di organi (respiratorio, cardiovascolare, renale, coagulativo, epatico e neurologico) [30].

Analisi statistica

Gli effetti del volume e della temperatura della soluzione salina infusa, e del timing della registrazione, sono stati analizzati mediante analisi della varianza a due vie per misure ripetute, seguita da test di Student/Newman Keuls per comparazioni multiple (SigmaStat 2.03; SPSS Inc., Chicago, IL, USA) [31]. È stato considerato statisticamente significativo un valore $P < 0.05$.

Il bias medio (pressione vescicale meno pressione gastrica), la precisione (deviazione standard del bias) e i limiti di accordo sono stati calcolati utilizzando l'analisi di Bland-Altman [32]. L'errore percentuale è stato calcolato secondo il metodo proposto da Crichley e collaboratori [33].

Tutti i dati sono espressi come media \pm deviazione standard.

Risultati

Alla Tabella 1 sono riportate le caratteristiche cliniche principali. I pazienti sono stati studiati dopo una media di 6 ± 3.8 giorni dal ricovero in terapia intensiva.

La IBP non ha evidenziato differenze con volumi di 50 e 100 ml di soluzione salina (9.5 ± 3.7 mmHg e 13.7 ± 5.6 mmHg; $P = 0.071$), mentre è risultata significativamente più elevata con 150 e 200 ml di soluzione salina (21.1 ± 10.4 e 27.1 ± 15.5 mmHg; $P < 0.001$; Figura 1). Prendendo come valore di riferimento la IBP misurata con 50 ml di soluzione salina, abbiamo calcolato l'accordo con i valori di IBP misurati con 100, 150 e 200 ml di soluzione salina (Tabella 2).

Con infusione di 50 ml di soluzione salina, quattro pazienti (30.7% della popolazione) sono stati classificati come affetti da IAH (IAP >12 mmHg). Tale numero è aumentato a 8 pazienti (61.5% della popolazione) quando sono stati utilizzati 100 ml di soluzione salina.

La IBP è risultata significativamente inferiore 5 min dopo l'infusione di soluzione salina (registrazione tardiva) rispetto ad immediatamente dopo l'infusione (registrazione precoce), ma solo con volumi infusi di 200 e 150 ml di soluzione salina (21.1 ± 10.4 vs 16.2 ± 5.6 mmHg, e 27.1 ± 15.5 vs 19.3 ± 8.9 mmHg; $P < 0.005$; Figura 1). A qualsiasi volume utilizzato, l'infusione di soluzione salina a temperatura corporea ha prodotto una IBP significativamente più bassa rispetto a quella ottenuta con infusione di soluzione salina a temperatura ambiente (8.2 ± 4.4 vs 7.7 ± 3.7 mmHg con 50 ml di soluzione salina, 11.4 ± 5.9 vs 10.2 ± 3.8 mmHg con 100 ml di soluzione salina, 15.4 ± 8.8 vs 13.3 ± 5.0 mmHg con 150 ml di soluzione salina, e 25.7 ± 16.5 vs 22.8 ± 17.0 mmHg con 200 ml di soluzione salina; $P < 0.001$; Figura 2). Le differenze tra le misurazioni appaiate di IGP e IBP (bias) sono riportate in Tabella 3. Il bias più basso è stato riscontrato con un volume di 50 ml di soluzione salina, mentre si è osservato un aumento del bias all'aumentare del volume di soluzione salina infuso nella vescica.

Tabella 1

Caratteristiche del paziente												
Paziente	Età (anni)	BMI (kg/m ²)	Sesso	SAPS II Score	SOFA	PEEP (cmH ₂ O)	PaO ₂ /FiO ₂ (mmHg)	MAP (mmHg)	Diuresi oraria (ml/h)	Ramsay Score	Diagnosi	Outcome
1	72	30.9	M	35	4	10	218	100	80	7	Sepsi	D
2	83	26.3	M	48	8	10	285	67	100	5	Sepsi	S
3	70	26.2	M	40	8	2	228	107	60	4	Sepsi	S
4	72	26.0	M	32	8	6	208	100	60	5	Sepsi	S
5	65	34.6	F	47	5	10	173	100	100	5	Sepsi	S
6	55	20.2	F	36	7	13	230	68	100	6	Sepsi	S
7	43	24.9	M	26	15	13	211	84	140	5	Sepsi	S
8	87	27.8	M	41	3	17	280	100	80	7	Sepsi	S
9	72	26.3	M	35	5	15	240	100	100	7	ALI post-chirurgico	S
10	77	16.4	M	43	12	15	170	100	80	7	ARDS	D
11	56	19.6	M	27	2	8	288	100	200	6	Sepsi	D
12	79	24.8	M	53	13	5	133	87	50	7	Sepsi	D
13	74	27.8	M	46	9	5	195	80	110	7	Sepsi	S
Totale o media±DS	68±13	25.5±4.6	11 M/2F	7.7±3.8	9.5±4.6	9.5±4.6	225±48	92±13	96±39	6±1		4 D / 9 S

Lo score SAPS II (*Simplified Acute Physiology Score*) è stato utilizzato per valutare la gravità della malattia sistemica all'ingresso nello studio. Lo score SOFA (*Sepsi-related Organ Failure Assessment*) è stato utilizzato per valutare l'insufficienza d'organo con riferimento al giorno dello studio. ALI (*Acute Lung Injury*) = danno polmonare acuto; ARDS (*Acute Respiratory Distress Syndrome*) = sindrome da distress respiratorio acuto; BMI (*Body Mass Index*) = indice di massa corporea; D = deceduto; F = femmina; M = maschio; MAP (*Mean Arterial Pressure*) = pressione arteriosa media; PEEP (*Positive End-Expiratory Pressure*) = pressione positiva di fine espirazione, S = sopravvissuto; DS = deviazione standard

Tabella 2

Analisi dell'accordo tra pressione vescicale e pressione vescicale						
Volume soluzione salina (ml)	Media (mmHg)	Bias (mmHg)	Precisione (mmHg)	Limiti di accordo minimi (mmHg)	Limiti di accordo massimi (mmHg)	Errore percentuale
100	13.7	4.2	2.9	-1.4 (da -4.5 a +1.6)	9.9 (6.9 – 13.0)	±41%
150	21.1	11.2	9.8	-8.0 (da -18.7 a +2.8)	30.4 (19.6 – 41.2)	±91%
200	27.1	17.6	14.7	-11.1 (da -26.4 a +4.3)	46.4 (31.0 – 61.7)	±106%

La tabella riporta l'analisi dell'accordo tra la pressione vescicale misurata con 50 ml di soluzione salina (presa come riferimento) e la pressione vescicale misurata con 100, 150 e 200 ml di soluzione salina. Il bias, la precisione, i limiti di accordo e l'errore percentuale sono stati calcolati considerando la pressione intravesicale (IBP) misurata con 50 ml rispetto alla IBP misurata con 100, 150 e 200 ml.

Tabella 3

Analisi dell'accordo tra pressione vescicale e pressione gastrica						
Volume soluzione salina (ml)	Media (mmHg)	Bias (mmHg)	Precisione (mmHg)	Limiti di accordo minimi (mmHg)	Limiti di accordo massimi (mmHg)	Errore percentuale
50	9.5	1.2	4.3	-7.2 (da -11.7 a -2.7)	9.6 (5.1 – 14.1)	±89%
100	13.7	-2.9	6.3	-15.3 (da -21.9 a -8.7)	9.5 (2.8 – 16.1)	±90%
150	21.1	-9.9	13.0	-35.4 (da -49.8 a -21.1)	15.6 (1.3 – 30.0)	±121%
200	27.1	-16.2	17.9	-51.2 (da -69.9 a -32.5)	18.8 (0.1 – 37.5)	±129%

La tabella riporta l'analisi dell'accordo tra la pressione vescicale (misurata con diversi volumi di soluzione salina) e la pressione gastrica. Il bias, la precisione, i limiti di accordo e l'errore percentuale sono stati calcolati considerando la pressione intravesicale rispetto alla pressione intragastrica, ad ogni volume infuso di soluzione salina.

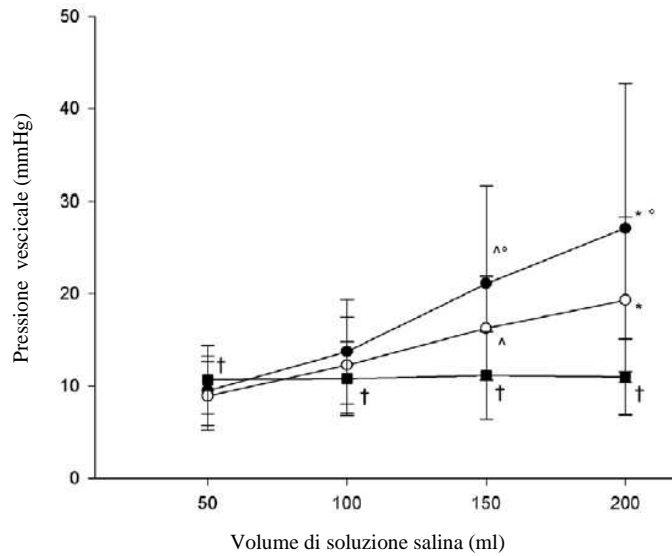


Figura 1. Valori di IBP misurati a diversi volumi di soluzione salina e IGP: registrazione precoce vs tardiva. Sono indicate le pressioni intravescicali (IBP) misurate con impiego di diversi volumi di soluzione salina (il pallino pieno indica la registrazione precoce, il pallino vuoto indica la registrazione tardiva) e la pressione intragastrica (IGP; quadretti pieni), tutto a 10 cmH₂O di PEEP. [^]*P* < 0.05 versus 50 e 100 ml di soluzione salina; ^{*}*P* < 0.05 versus 50, 100, e 150 ml di soluzione salina; [°]*P* < 0.05 versus registrazione tardiva; [†]*P* < 0.05 versus pressione intravescicale.

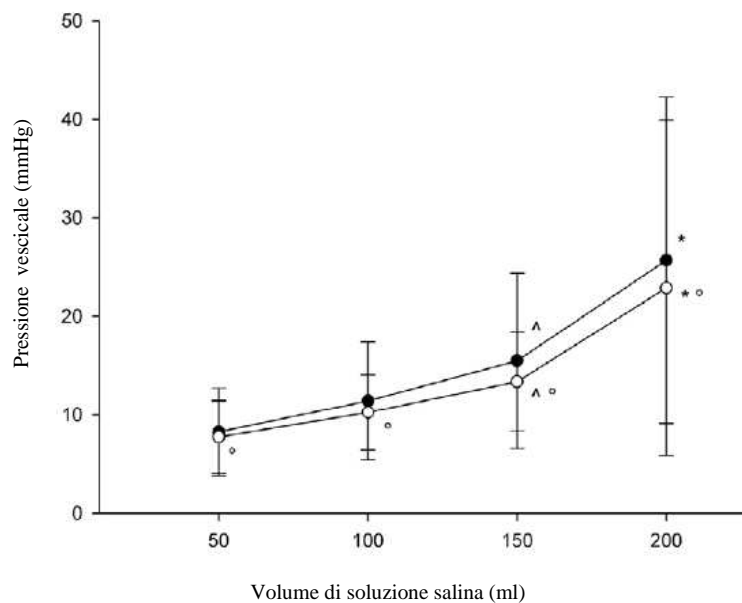


Figura 2. Valori di IBP misurati con diversi volumi di soluzione salina: soluzione salina a temperatura ambiente vs temperatura corporea. Il grafico indica la pressione intravescicale (IBP) misurata con infusione di diversi volumi di soluzione salina (il pallino pieno indica la soluzione salina a temperatura ambiente, il pallino vuoto indica la soluzione salina a temperatura corporea). [^]*P* < 0.05 vs 50 e 100 ml di soluzione salina; ^{*}*P* < 0.05 vs soluzione salina a temperatura ambiente.

Discussione

Esporremo ora le principali risultanze di questo studio. In primo luogo, aumentando il volume della soluzione salina infusa si è ottenuta una IBP più elevata. In secondo luogo, la IBP è risultata significativamente più bassa quando è stata misurata a 5 minuti di distanza rispetto a immediatamente dopo la fine dell'infusione, ma ciò si è osservato solo con 150 e 200 ml di soluzione salina. In terzo luogo, la misura della IBP è risultata significativamente inferiore quando è stata infusa soluzione salina a temperatura corporea, rispetto a quando è stata utilizzata soluzione salina a temperatura ambiente. Infine, il bias minimo tra la IBP e la IGP è stato ottenuto con l'infusione in vescica di 50 ml di soluzione salina.

Un aumento della IAP è associato a varie disfunzioni d'organo (locali e sistemiche), che a loro volta si associano ad un aumento significativo della morbilità e della mortalità [1]. Tuttavia, nonostante queste possibili conseguenze cliniche avverse, di norma la IAP viene misurata solo in presenza di un sospetto clinico; inoltre, attualmente non vi è un consenso generale sulla frequenza alla quale la IAP dovrebbe essere misurata [34]. Sugrue e i suoi collaboratori [35] hanno osservato che il solo esame clinico non è sufficientemente preciso per la stima della IAP, e che la probabilità che i medici identifichino correttamente una IAH è inferiore al 50%. Pertanto, una stima accurata della IAH è fondamentale per garantire un trattamento appropriato e tempestivo del paziente [36].

La tecnica più diffusamente impiegata per misurare la IAP è quella basata sulla pressione vescicale, nella versione proposta da Kron e i suoi collaboratori [14]. In quello studio, gli Autori hanno riscontrato che la IBP misurata con infusione di volumi di soluzione salina compresi tra 50 e 100 ml attraverso un catetere di Foley aveva una buona correlazione con le pressioni misurate con un catetere per dialisi peritoneale durante una serie di infusioni di soluzione per dialisi peritoneale. In un modello canino di IAP aumentata, Iberti e i suoi collaboratori [10] hanno stimato la pressione vescicale a vescica vuota ed hanno dimostrato che la IBP rifletteva con precisione la IAP. Fusco e i suoi collaboratori [22], utilizzando un modello umano in cui la IAP variava da 0 a 25 mmHg durante chirurgia laparoscopica, hanno riscontrato che la stima più accurata della IAP si otteneva con la vescica vuota (cioè con un volume di 0 ml). Tuttavia, con una IAP di 25 mmHg, il bias più basso si riscontrava con un volume vescicale di 50 ml.

Nel presente studio non abbiamo riscontrato una differenza statisticamente significativa (ma solo una tendenza) tra le misure di IBP ottenute con volumi di soluzione salina di 50 e 100 ml; tuttavia la differenza rilevata potrebbe portare ad identificare impropriamente il paziente come affetto da IAH se venisse utilizzato un volume di 100 ml anziché di 50 ml. Analogamente, De Waele e i suoi collaboratori [24] hanno dimostrato che, quando è stato utilizzato un volume di 10 ml 12 pazienti sono stati classificati come affetti da IAH, mentre tale numero è aumentato a 15 e 17 pazienti, rispettivamente, quando sono stati utilizzati volumi di 50 e 100 ml. Studi precedenti condotti su pazienti adulti [22,24,25] hanno riscontrato che l'aumento della IBP era statisticamente significativo quando venivano instillati volumi limitati, mentre due studi condotti su bambini e lattanti [37,38] hanno rilevato che la massima accuratezza nella misura della IAP si otteneva instillando nella vescica un volume pari a 1 ml di soluzione salina per chilo di peso corporeo. Infine, è stato proposto di considerare appropriato il volume necessario a creare una colonna liquida senza interposizione di aria [39].

Sebbene queste risultanze indichino chiaramente che la IBP possa sovrastimare la IAP quando si utilizzano volumi elevati di soluzione salina, i possibili meccanismi coinvolti non sono ancora completamente chiari. La vescica è un organo muscolo-membranoso composto da quattro strati denominati tonache (mucosa, avventizia, sierosa e muscolare); la sua elasticità si riduce in risposta ad

un incremento meccanico diretto dello stress e dello strain applicati alla sua struttura (quando viene infuso un volume elevato di soluzione salina). L'elasticità della vescica può essere ridotta anche per effetto della contrazione del muscolo detrusore, mediata dai recettori sensoriali localizzati nella parete vescicale, dopo un'infusione rapida di soluzione salina o altro fluido non a temperatura corporea [26].

La registrazione della pressione vescicale effettuata 5 minuti dopo la fine dell'infusione ha portato ad un valore di IBP significativamente inferiore solo con volumi di soluzione salina a partire da 150 ml. Questo dato lascia intendere che la vescica richieda più tempo a raggiungere una condizione stabile solo quando vengono infusi volumi elevati. Tuttavia, ciò non ha grande rilevanza nella pratica clinica corrente, in quanto la IAP viene solitamente misurata con volumi di soluzione salina inferiori a 150 ml.

Abbiamo inoltre riscontrato che, ad ogni volume utilizzato, l'infusione di soluzione salina a temperatura corporea ha portato ad un valore di IBP significativamente inferiore rispetto a quello ottenuto con infusione di soluzione salina a temperatura ambiente. Una rapida infusione di soluzione salina ad una temperatura inferiore a quella corporea può attivare la contrazione del muscolo detrusore (come sopra indicato) da parte di un loop di riflessi attraverso nocicettori con fibre C afferenti localizzate nella parete vescicale [26], determinando una valutazione di IAP falsamente elevata.

Un'altra possibile causa di riduzione dell'elasticità della vescica potrebbe essere riconducibile al drenaggio continuo di urina attraverso il catetere [40]. In pazienti critici, De Waele e i suoi collaboratori [24] hanno rilevato una relazione diretta tra la durata della cateterizzazione e la differenza dei valori di pressione vescicale misurati con volumi di soluzione salina di 10 e 100 ml. Questo suggerisce che se si vuole ottenere una misura accurata della IAP la vescica debba essere riempita solo al minimo, in particolare nei pazienti sottoposti ad una cateterizzazione prolungata.

In presenza di trauma vescicale, fratture o ematomi pelvici, o vescica neurogena, la tecnica basata sulla pressione vescicale non può essere applicata; in questi casi si consiglia l'uso della tecnica basata sulla IGP [1]. Rispetto alla tecnica della IBP, la misura della IGP non interferisce con l'eliminazione di urina e non espone al rischio di infezioni [22]. In pazienti critici e in pazienti sottoposti a colecistectomia laparoscopica con la cavità addominale sottoposta a insufflazione ad una pressione di 20 mmHg, è stato osservato un accordo clinicamente accettabile tra IGP e IBP [41,42]. Inaspettatamente, con il nostro studio abbiamo riscontrato limiti di accordo molto più ampi, probabilmente a causa della presenza di attività motoria gastrica, che può aver comportato una sovrastima nella nostra misura di riferimento di "vera" IAP.

Conclusioni

Nella pratica clinica la IAP dovrebbe essere stimata con la tecnica della IBP, infondendo nella vescica solo un piccolo volume di soluzione salina alla temperatura corporea, per evitare una sovrastima della IAP. Se questa tecnica non è applicabile, dovrà essere misurata la IGP.

Messaggi chiave

- Nella pratica clinica, la IAP dovrebbe essere stimata con la tecnica della IBP, infondendo nella vescica solo un piccolo volume di soluzione salina.
- La soluzione salina infusa dovrebbe essere a temperatura corporea per evitare una sovrastima della IAP.
- Si raccomanda di rispettare un tempo di equilibratura sufficiente prima di procedere alla valutazione della IAP.
- La IGP mostra una buona correlazione con la IBP solo quando si usano bassi volumi di soluzione salina.

Conflitto di interessi

Gli Autori dichiarano di non avere conflitto di interessi.

Contributi degli Autori

DC ha concepito lo studio, ha contribuito al disegno dello studio e al coordinamento, ha effettuato le misurazioni e ha redatto la prima bozza del manoscritto. FT ha contribuito al disegno dello studio e al coordinamento, ha effettuato le misurazioni e ha contribuito alla stesura della bozza del manoscritto. MC ha contribuito al disegno dello studio e al coordinamento, e ha effettuato le misurazioni. FP ha eseguito l'analisi statistica e ha contribuito alla stesura della bozza del manoscritto. GLB ha contribuito al disegno dello studio e al coordinamento, e ha effettuato le misurazioni. GM ha contribuito al disegno dello studio e al coordinamento, e ha effettuato le misurazioni. SA ha contribuito al disegno dello studio e al coordinamento, e ha effettuato le misurazioni. CC ha contribuito al disegno dello studio e al coordinamento, e ha effettuato le misurazioni. LG ha concepito lo studio, ha contribuito al disegno dello studio e al coordinamento, ha coordinato l'analisi finale dei dati raccolti e ha revisionato il manoscritto, redigendo la versione finale.

BIBLIOGRAFIA

1. Malbrain ML, Cheatham ML, Kirkpatrick A, Sugrue M, Parr M, De Waele W, Balogh Z, Leppäniemi A, Olvera C, Ivatury R, *et al.*: Results from the International Conference of Experts on Intraabdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome. I. Definitions. *Intensive Care Med* 2006, 32:1722-1732.
2. Balogh Z, McKinley BA, Holcomb JB, Miller CC, Cocanour CS, Kozar RA, Valdivia A, Ware DN, Moore FA: Both primary and secondary abdominal compartment syndrome can be predicted early and are harbingers of multiple organ failure. *J Trauma* 2003, 54:848-859.
3. Malbrain MLNG: Abdominal pressure in the critically ill. *Curr Opin Crit Care* 2000, 6:17-29.
4. Malbrain ML: Different techniques to measure intra-abdominal pressure (IAP): time for a critical re-appraisal. *Intensive Care Med* 2004, 30:357-371.
5. Malbrain ML, Chiumello D, Pelosi P, Wilmer A, Brienza N, Malcangi V, Bihari D, Innes R, Cohen J, Singer P, *et al.*: Prevalence of intraabdominal hypertension in critically ill patients: a multicentre epidemiological study. *Intensive Care Med* 2004, 30:822-829.
6. Malbrain ML, Chiumello D, Pelosi P, Bihari D, Innes R, Ranieri VM, Del Turco M, Wilmer A, Brienza N, Malcangi V, *et al.*: Incidence and prognosis of intraabdominal hypertension in a mixed population of critically ill patients: a multiple-center epidemiological study. *Crit Care Med* 2005, 33:315-322.
7. Sugrue M, Buist MD, Hourihan F, Deane S, Bauman A, Hillman K: Prospective study of intra-abdominal hypertension and renal function after laparotomy. *Br J Surg* 1995, 82:235-238.
8. Sugrue M, Jones F, Janjua KJ, Deane SA, Bristow P, Hillman K: Temporary abdominal closure: a prospective evaluation of its effects on renal and respiratory physiology. *J Trauma* 1998, 45:914-921.
9. Morken J, West MA: Abdominal compartment syndrome in the intensive care unit. *Curr Opin Crit Care* 2001, 7:268-274.
10. Iberti TJ, Kelly KM, Gentili DR, Hirsch S, Benjamin E: A simple technique to accurately determine intra-abdominal pressure. *Crit Care Med* 1987, 15:1140-1142.
11. Cullen DJ, Coyle JP, Teplick R, Long MC: Cardiovascular, pulmonary, and renal effects of massively increased intra-abdominal pressure in critically ill patients. *Crit Care Med* 1989, 17:118-121.
12. Gattinoni L, Pelosi P, Suter PM, Pedoto A, Vercesi P, Lissoni A: Acute respiratory distress syndrome caused by pulmonary and extrapulmonary disease. Different syndromes? *Am J Respir Crit Care Med* 1998, 158:3-11.
13. Ranieri VM, Brienza N, Santostasi S, Puntillo F, Mascia L, Vitale N, Giuliani R, Memeo V, Bruno F, Fiore T, *et al.*: Impairment of lung and chest wall mechanics in patients with acute respiratory distress syndrome: role of abdominal distension. *Am J Respir Crit Care Med* 1997, 156:1082-1091.
14. Kron IL, Harman PK, Nolan SP: The measurement of intraabdominal pressure as a criterion for abdominal re-exploration. *Ann Surg* 1984, 199:28-30.
15. Diebel LN, Wilson RF, Dulchavsky SA, Saxe J: Effect of increased intra-abdominal pressure on hepatic arterial, portal venous, and hepatic microcirculatory blood flow. *J Trauma* 1992, 33:279-282.
16. Diebel LN, Dulchavsky SA, Wilson RF: Effect of increased intraabdominal pressure on mesenteric arterial and intestinal mucosal blood flow. *J Trauma* 1992, 33:45-48.
17. Biancofiore G, Bindi ML, Romanelli AM, Boldrini A, Consani G, Bisà M, Filipponi F, Vagelli A, Mosca F: Intra-abdominal pressure monitoring in liver transplant recipients: a prospective study. *Intensive Care Med* 2003, 29:30-36.
18. Cheatham ML, Malbrain ML, Kirkpatrick A, Sugrue M, Parr M, De Waele J, Balogh Z, Leppäniemi A, Olvera C, Ivatury R, *et al.*: Results from the International Conference of Experts on Intraabdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome. II. Recommendations. *Intensive Care Med* 2007, 33:951-962.
19. De Waele JJ, Hoste EA, Malbrain ML: Decompressive laparotomy for abdominal compartment syndrome: a critical analysis. *Crit Care* 2006, 10:R51.
20. De Waele JJ, De laet I, Malbrain ML: Rational intraabdominal pressure monitoring: how to do it? *Acta Clin Belg Suppl* 2007, 1:16-25.
21. Cheatham ML, Safcsak K: Intraabdominal pressure: a revised method for measurement. *J Am Coll Surg* 1998, 186:594-595.
22. Fusco MA, Martin RS, Chang MC: Estimation of intra-abdominal pressure by bladder pressure measurement: validity and methodology. *J Trauma* 2001, 50:297-302.
23. Yol S, Kartal A, Tavli S, Tatkan Y: Is urinary bladder pressure a sensitive indicator of intra-abdominal pressure? *Endoscopy* 1998, 30:778-780.
24. De Waele J, Pletinckx P, Blot S, Hoste E: Saline volume in transvesical intra-abdominal pressure measurement: enough is enough. *Intensive Care Med* 2006, 32:455-459.
25. Malbrain ML, Deeren DH: Effect of bladder volume on measured intravesical pressure: a prospective cohort study. *Crit Care* 2006, 10:R98.
26. Geirsson G, Lindström S, Fall M: The bladder cooling reflex and the use of cooling as stimulus to the lower urinary tract. *J Urol* 1999, 162:1890-1896.
27. Chiumello D, Pelosi P, Taccone P, Slutsky A, Gattinoni L: Effect of different inspiratory rise time and cycling off criteria during pressure support ventilation in patients recovering from acute lung injury. *Crit Care Med* 2003, 31:2604-2610.

28. Ramsay MA, Savege TM, Simpson BR, Goodwin R: Controlled sedation with alphaxalone-alphadolone. *Br Med J* 1974, 2:656-659.
29. Le Gall JR, Lemeshow S, Saulnier F: A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study. *JAMA* 1993, 270:2957-2963.
30. Vincent JL, Moreno R, Takala J, Willatts S, De Mendonca A, Bruining H, Reinhart CK, Suter PM, Thijs LG: The SOFA (Sepsisrelated Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. On behalf of the Working Group on Sepsis- Related Problems of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med* 1996, 22:707-710.
31. Armitage P: *Statistical Method in Medical Research* Oxford, UK: Blackwell Scientific; 1971.
32. Bland JM, Altman DG: Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986, 1:307-310.
33. Critchley LA, Critchley JA: A meta-analysis of studies using bias and precision statistics to compare cardiac output measurement techniques. *J Clin Monit Comput* 1999, 15:85-91.
34. Ravishankar N, Hunter J: Measurement of intra-abdominal pressure in intensive care units in the United Kingdom: a national postal questionnaire study. *Br J Anaesth* 2005, 94:763-766.
35. Sugrue M, Bauman A, Jones F, Bishop G, Flabouris A, Parr M, Stewart A, Hillman K, Deane SA: Clinical examination is an inaccurate predictor of intraabdominal pressure. *World J Surg* 2002, 26:1428-1431.
36. Mayberry JC, Goldman RK, Mullins RJ, Brand DM, Crass RA, Trunkey DD: Surveyed opinion of American trauma surgeons on the prevention of the abdominal compartment syndrome. *J Trauma* 1999, 47:509-513.
37. Davis PJ, Koottayi S, Taylor A, Butt WW: Comparison of indirect methods of measuring intra-abdominal pressure in children. *Intensive Care Med* 2005, 31:471-475.
38. Suominen PK, Pakarinen MP, Rautiainen P, Mattila I, Sairanen H: Comparison of direct and intravesical measurement of intraabdominal pressure in children. *J Pediatr Surg* 2006, 41:1381-1385.
39. Ball CG, Kirkpatrick AW: 'Progression towards the minimum': the importance of standardizing the priming volume during the indirect measurement of intra-abdominal pressures. *Crit Care* 2006, 10:153.
40. Hackler RH, Hall MK, Zampieri TA: Bladder hypocompliance in the spinal cord injury population. *J Urol* 1989, 141:1390-1393.
41. Collee GG, Lomax DM, Ferguson C, Hanson GC: Bedside measurement of intra-abdominal pressure (IAP) via an indwelling nasogastric tube: clinical validation of the technique. *Intensive Care Med* 1993, 19:478-480.
42. Sugrue M, Buist MD, Lee A, Sanchez DJ, Hillman KM: Intraabdominal pressure measurement using a modified nasogastric tube: description and validation of a new technique. *Intensive Care Med* 1994, 20:588-590.