

Problematik der intraabdominellen Druckmessung

Die intraabdominelle Druckerhöhung ist ein häufiges, klinisch nach wie vor unterschätztes Phänomen. Wegen ihrer hohen prognostischen Relevanz und den Möglichkeiten, den intraabdominellen Druck („intra-abdominal pressure“, IAP) therapeutisch zu beeinflussen, sollten jedem Intensivmediziner verschiedene Möglichkeiten des IAP-Monitorings vertraut sein. Dabei erscheinen besonders kontinuierliche Messverfahren von Vorteil, da sie Veränderungen frühzeitiger und zuverlässiger erfassen als intermittierende Messverfahren und somit eine echte Verlaufsbeurteilung ermöglichen.

Intraabdominelle Druckerhöhung

Eine intraabdominelle Druckerhöhung (Normwert <12 mmHg) ist bei kritisch kranken Patienten ein häufiges Phänomen. So fand eine kürzlich veröffentlichte Prävalenzstudie in einem gemischten intensivmedizinischen Patientengut bei 32,1% der Patienten zum Aufnahmezeitpunkt erhöhte IAP-Werte [8], und diese Patienten hatten mit 32,8% eine signifikant höhere Mortalitätsrate als Patienten mit normalem IAP (Mortalitätsrate 22,2%). In derselben Untersuchung war die Entwicklung erhöhter IAP-Werte während der intensivmedizinischen Behandlung ein unabhängiger Risikofaktor für eine erhöhte Mortalitätsrate.

Die World Society of Abdominal Compartment Syndrome (WSACS; <http://www.wsacs.org>) teilt die intraabdominelle

Druckerhöhung in folgende vier Schweregrade ein:

- Grad 1: 12–15 mmHg,
- Grad 2: 16–20 mmHg,
- Grad 3: 21–25 mmHg und
- Grad 4: >25 mmHg.

Führt eine anhaltende intraabdominelle Druckerhöhung >20 mmHg zu einer sekundären Organschädigung, liegt ein abdominelles Kompartmentsyndrom („abdominal compartment syndrome“, ACS) vor, das zu schnellem Handeln zwingt. Empfohlene Maßnahmen zur Senkung des IAP reichen von einer Vertiefung der Analgosedierung, ggf. sogar in Kombination mit Muskelrelaxation, über eine negative Flüssigkeitsbilanzierung mithilfe von Diuretika oder Nierenersatzverfahren, der Vermeidung einer starken ($>20^\circ$) Oberkörperhochlagerung bis zur Entlastung durch eine perkutane Katheterdekompression bei Aszites oder als Ultima Ratio die Durchführung einer Dekompressionslaparotomie. Allerdings liegen bislang keine sicheren Daten zu der Frage vor, ob diese Maßnahmen tatsächlich geeignet sind, die Prognose von Patienten mit abdomineller Hypertension oder einem ACS zu verbessern. In Analogie zum Konzept des „zerebralen Perfusionsdrucks“ ist ein entscheidendes Ziel der oben beschriebenen Maßnahmen die Wiederherstellung eines ausreichenden abdominellen Perfusionsdrucks [„abdominal perfusion pressure“ (APP)=arterieller Mitteldruck (MAP)–IAP] >50 –60 mmHg, um sekundäre ischämische Schäden intraabdomineller Organe zu vermeiden. Daher sollte

bei kritisch kranken Patienten mit einer intraabdominellen Druckerhöhung neben einer IAP-Messung ein engmaschiges hämodynamisches Monitoring zum Standard gehören. Einzelne Therapiemaßnahmen (z. B. Vertiefung einer Analgosedierung oder negative Flüssigkeitsbilanzierung) sind nämlich möglicherweise geeignet, den IAP zu senken, können aber gleichzeitig einen Blutdruckabfall induzieren und führen somit letztlich nicht zwangsläufig zu einer Verbesserung des APP.

➤ Entscheidend ist der ausreichende abdominelle Perfusionsdruck

Zur Vereinfachung der Berechnung des APP soll der IAP, genauso wie der MAP, in mmHg angegeben werden und die IAP-Messung in Rückenlage am Ende der Expiration erfolgen. Für Messverfahren mit Flüssigkeitssäulen ist die mittlere Axillarinie wie bei den vaskulären Druckmessungen der Referenzpunkt für die Positionierung des Druckaufnehmers (<http://www.wsacs.org>).

Intraabdominelle Druckmessung

Indikation

Bei welchen Patienten ist ein intraabdominelles Druckmonitoring sinnvoll? Im Hinblick auf die hohe Prävalenz der intraabdominellen Druckerhöhung bei kritisch kranken Patienten liegt die Antwort *bei allen Patienten auf der Intensivstation* nahe.

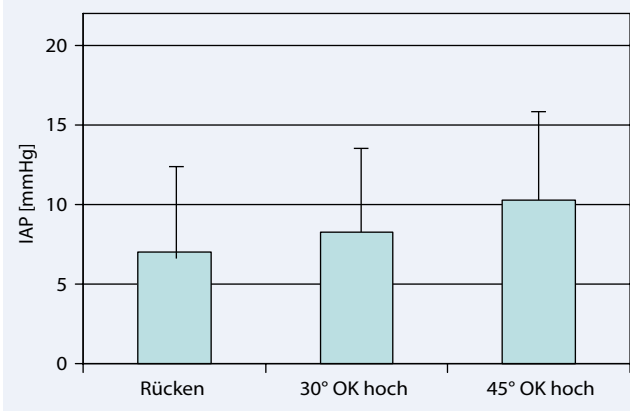


Abb. 1 ◀ Intraabdomineller Druck (IAP, Blasendruck) in Abhängigkeit der Körperposition. OK Oberkörper

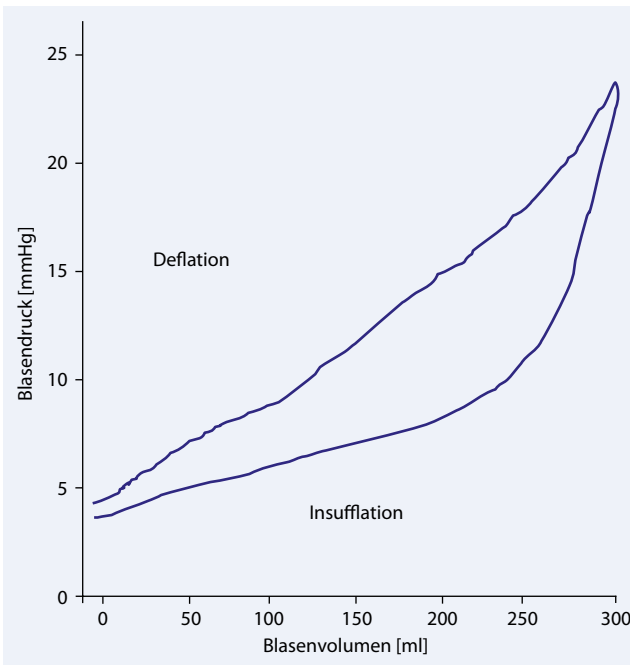


Abb. 2 ◀ Einfluss des Füllungsvolumens auf den intravesikalen Druck. (Mod. nach [7])

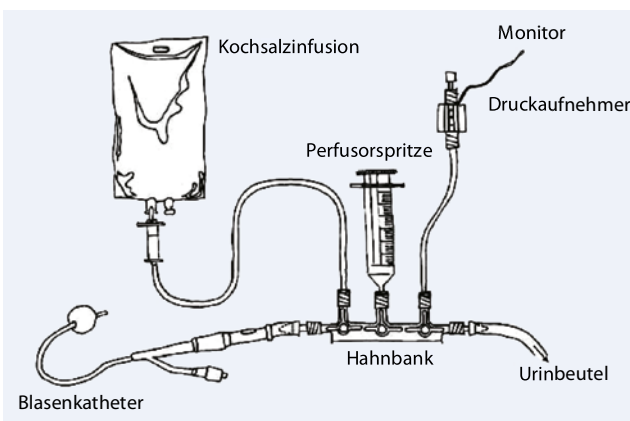


Abb. 3 ◀ Blasendruckmessung mit einem geschlossenen System. (Mod. nach [7])

Allerdings geht diese Antwort vor dem Hintergrund immer knapper werdender materieller und personeller Ressourcen an den Erfordernissen des klinischen Alltags vorbei. Medizinisch vertretbar und ökonomisch sinnvoll erscheint die Beschrän-

kung des IAP-Monitoring auf Patienten mit typischen Risikofaktoren [8] für die Entwicklung einer intraabdominellen Hypertension wie:

- schwere Leberdysfunktion,
- Peritonitis,

- Sepsis,
- vorausgegangene Laparotomie,
- Ileussyptomatik,
- Zustand nach Massivtransfusion und stark positive Flüssigkeitsbilanz (z. B. $\geq 3,5$ l/24 h).

Kommen zu einem der oben genannten Risikofaktoren Anzeichen sekundärer Organdysfunktionen, die typischerweise durch ein ACS ausgelöst werden können (Übersicht [9]), ist ein intraabdominelles Druckmonitoring obligat. Anzeichen sekundärer Organdysfunktionen sind:

- akutes Nierenversagen,
- progrediente Leberfunktionsstörung,
- Subileus- oder Ileussyptomatik,
- zunehmende pulmonale Gasaustauschstörung und
- sekundärer Hirndruckanstieg bei vorbestehender zerebraler Schädigung.

Die klinische Untersuchung des Abdomens erlaubt keine zuverlässige Aussage darüber, ob eine intraabdominelle Druckerhöhung vorliegt [4, 11] und ist dementsprechend auch nicht geeignet, Veränderungen des IAP im Verlauf zu erfassen. Ebenso sind Bauchumfangmessungen nur wenig aussagekräftig, da chronische Adaptationsvorgänge, wie sie z. B. in der Schwangerschaft oder bei Leberzirrhose mit Aszites auftreten, die Relation von IAP und Volumen verändern.

Techniken und Lokalisation

Bei der apparativen intraabdominellen Druckmessung stellt sich zunächst die Frage, wo eine aussagekräftige Druckmessung innerhalb des Abdomens vorgenommen werden kann. In diesem Zusammenhang wird oftmals die These vertreten, das gesamte Abdomen entspräche einem „abgeschlossenen flüssigkeitsgefüllten Raum“, folge somit dem Pascal-Gesetz und erlaube daher eine repräsentative Druckmessung an jedem Ort innerhalb des Abdomens [1, 7]. Diese Meinung ist allerdings nur bedingt zutreffend, wie lageabhängigen Veränderungen des IAP zeigen ([2]; **Abb. 1**), die durch das Eigengewicht der intraabdominellen Organe sowie Luftansammlungen in den Hohlräumen des Verdauungskanals hervorgerufen werden können.

Harnblase

Die Blasendruckmessung wird am häufigsten angewendet und stellt zurzeit noch den Goldstandard der IAP-Messung dar. Zu diesem Zweck wird die Blase komplett entleert und anschließend mit einem definierten Volumen von ca. 50–100 ml 0,9%iger Kochsalz- (NaCl-) Lösung aufgefüllt. Die Verwendung größerer Füllungsvolumina, wie sie z. T. in der Literatur beschrieben werden, kann zu falsch-hohen IAP-Bestimmungen führen ([7]; **Abb. 2**). Danach wird der Ablaufschlauch des Blasenkatheters mit einer Klemme verschlossen, sodass eine kontinuierliche Flüssigkeitssäule ohne Luftblasen von der Harnblase bis zur Verschlussklemme vorhanden ist. Über eine Einmalkanüle, die in das Probenentnahmefenster des Urinkatheters eingestochen wird, kann ein Druckmesssystem, wie es für intravasale Druckmessungen verwendet wird, angeschlossen werden. Nachteilig bei diesem Vorgehen ist allerdings, dass nur intermittierende Messungen möglich sind und eine bakterielle Kontamination des Urins beim Einstechen der Kanüle in das Probenentnahmefenster verursacht werden kann. Alternativ zur Verwendung einer Kanüle kann ein spezieller Adapter mit Dreiwegehähnen und Luer-Lock-Anschlüssen zwischen Blasen-katheter und Ablaufschlauch eingefügt werden, über den eine Kochsalzinfusion und eine Perfusorspritze zum Auffüllen der Blase sowie die Druckaufnehmerleitung konnektiert werden (**Abb. 3**). Mit diesem System sind intermittierende Blasendruckmessungen möglich, ohne dass das Urinableitungssystem für jede Messung geöffnet werden muss. Außerdem entfällt die Gefahr der Stichverletzung im Vergleich zum Anschluss der Druckaufnehmerleitung mit einer Kanüle über das Probenentnahmefenster des Blasen-katheters. In diesem Fall erhält man ein geschlossenes System, das über mehrere Tage verwendet werden kann. Darüber hinaus werden von der Industrie vorgefertigte, einfach anzuwendende Systeme zur Blasendruckmessung angeboten. Unabhängig vom jeweiligen System, das verwendet wird, muss eine valide Druckübertragung vom Abdomen über die Blase und den Urinkatheter auf das

Anaesthesist 2009 · 58:527–531 DOI 10.1007/s00101-009-1533-0
© Springer Medizin Verlag 2009

P. Neumann

Problematik der intraabdominellen Druckmessung

Zusammenfassung

Ein erhöhter intraabdomineller Druck („intra-abdominal pressure“, IAP, >12 mmHg) findet sich bei über 30% aller kritisch kranken Patienten und ist von erheblicher prognostischer Relevanz. Durch die klinische Untersuchung kann die Höhe des IAP nur unzureichend abgeschätzt werden, sodass beim Vorliegen von Risikofaktoren für eine abdominelle Hypertension ein apparatives IAP-Monitoring erwogen werden sollte, um gezielte Therapiemaßnahmen zur IAP-Senkung zu ermöglichen. Die Abschätzung des IAP ist sehr einfach über eine Blasendruckmessung möglich. Alternativ kann eine kontinuierliche intragastrale Druckmessung erfolgen, über die IAP-Veränderungen frühzeitig erfasst und Interventionen zeitnah möglich werden. Außerdem kann die Entwicklung der IAP-Werte durch kontinuierliche Messungen besser beurteilt werden als durch „Momentaufnah-

men“ intermittierender Messverfahren. Das therapeutische Ziel des IAP-Monitoring ist nicht die Begrenzung des IAP unterhalb eines kritischen Schwellenwerts (z. B. <20 mmHg), sondern die Aufrechterhaltung eines abdominalen Perfusionsdruckes [„abdominal perfusion pressure“ (APP)=arterieller Mitteldruck (MAP)–IAP] >50–60 mmHg. Ob der frühzeitige und regelmäßige Einsatz eines IAP-Monitoring und eine gezielte APP-gesteuerte Therapie allerdings die Prognose kritischer Patienten verbessern können, erscheint zwar plausibel, wurde bisher aber noch nicht bewiesen.

Schlüsselwörter

Intraabdomineller Druck · Abdominelles Kompartmentsyndrom · Abdominelle Hypertension · Abdomineller Perfusionsdruck

Problematic of intra-abdominal pressure measurement

Abstract

Intra-abdominal hypertension (intra-abdominal pressure, IAP>12 mmHg) is observed in more than 30% of critically ill patients and is of major prognostic relevance. Unfortunately, clinical examination alone does not allow the IAP to be estimated with sufficient accuracy. Consequently, IAP monitoring should be considered if risk factors for intra-abdominal hypertension are present in order to enable early therapeutic intervention. A technically simple estimation of IAP is possible by intravesical pressure measurements. Alternatively, intragastric pressure can be measured continuously and IAP changes can be detected rapidly. In addition the development of IAP values over time can be appreciated more compre-

hensively compared to single snapshot-like measurements. The goal of IAP monitoring is not to keep the IAP below a certain threshold, but rather to establish a sufficient abdominal perfusion pressure [APP=mean arterial pressure (MAP)–IAP] of 50–60 mmHg. However, no data have yet been provided showing that the routine use of IAP monitoring and APP targeted therapy is able to improve the prognosis of critically ill patients.

Keywords

Intra-abdominal pressure · Abdominal compartment syndrome · Abdominal hypertension · Abdominal perfusion pressure

Druckaufnehmersystem gewährleistet sein. Störungen der Druckübertragung können einfach erfasst werden, indem man zu Beginn jeder Messung das Abdomen palpirt und dabei kurze Druckwellen im Abdomen auslöst. Diese Druckwellen können am Monitor qualitativ (Dämpfung der Kurven) und semiquantitativ (Höhe der Druckamplitude) beurteilt werden. Weiterhin muss insbesondere für die Verlaufsbeurteilung des IAP auf eine genaue Justierung der Druckaufnehmerposition in der mittleren Axillarlinie geachtet werden, da sich anderenfalls schnell Abweichungen von mehreren mmHg ergeben können.

Häufig werden Druckaufnehmer neben dem Oberkörper des Patienten auf die Matratze gelegt. Je nach Konstitution des Patienten ergibt sich daraus eine Abweichung zum exakten Referenzpunkt in der mittleren Axillarlinie von etwa 10–15 cm. Der Umrechnungsfaktor von cm-H₂O in mmHg beträgt 0,735, sodass in diesem Beispiel der IAP zwischen 7 und 11 mmHg zu hoch bestimmt wird. Dies

entspricht der Differenz zwischen einem noch normalen IAP und einer abdominalen Hypertension Grad II oder III.

Nachteilig bei der Blasendruckmessung ist, dass eine Druckmessung nur bei okkludiertem Katheter vorgenommen werden kann und daher Druckmessungen (mit Ausnahme von anurischen Patienten) nur intermittierend möglich sind.

V. cava inferior

Über die V. femoralis wird ein Venenkatheter bis in die V. cava inferior (VCI) vorgeschoben, der radiologisch kontrolliert werden sollte, um die korrekte Position innerhalb des Abdomens sicherzustellen. Dieser Katheter wird anschließend an ein „normales Druckaufnehmersystem zur intravasalen Druckmessung“ angeschlossen. Tierexperimentelle Untersuchungen am Groß- [6] und Kleintiermodell [5] zeigen eine akzeptable Übereinstimmung zwischen den Messwerten in der VCI und den jeweiligen Referenzmethoden. Größere Validierungsuntersuchungen zu dieser Technik bei

Intensivpatienten fehlen allerdings bislang. Vorteilhaft bei der IAP-Messung in der VCI ist die Möglichkeit zur kontinuierlichen Druckmessung. Nachteilig dagegen ist die hohe Invasivität des Verfahrens, u. a. mit dem Risiko einer Katheterinfektion.

Intragastrale Messung

Auch der intragastrale Druck stimmt mit dem direkt innerhalb der Intralabdominalhöhle gemessenen Druck sehr gut überein [3]. Für die intragastrale Druckmessung steht ein kommerziell erhältliches Gerät zur Verfügung (Spiegelberg IAP-Monitor, Spiegelberg, Hamburg, Deutschland), das den Vorteil bietet, dass sich der Druckaufnehmer automatisch stündlich kalibriert und den Nullwert abgleicht. Da dieses System einen kleinen luftgefüllten Ballonkatheter benutzt, ist der Messwert von der Position des Druckaufnehmers unabhängig. Vorteilhaft ist bei dieser Methode außerdem, dass die Druckmessung kontinuierlich erfolgen kann und somit der gemess-

Hier steht eine Anzeige.

sene Wert nicht nur einer zufälligen Momentaufnahme gleicht.

► Die Druckmessung kann kontinuierlich erfolgen

Dadurch können Veränderungen des IAP frühzeitig erfasst werden. Außerdem entfallen die typischen Fehlerquellen der Druckmessung über Flüssigkeitssäulen wie falsch justierte Höhe des Druckaufnehmers, Luftblasen im System oder übermäßige bzw. zu geringe Dämpfung der angezeigten Kurven aufgrund der mechanischen Eigenschaften der Druckleitungen und des Druckaufnehmers. Daher ist zu erwarten, dass die Messwerte mit einem solchen vorgefertigten System eine geringere untersucherabhängige Schwankungsbreite aufweisen als z. B. Messungen mit einem selbst konstruierten System zur Blasendruckmessung.

Weitere Messverfahren

Prinzipiell kann der IAP auch über rektale oder intrauterine Druckmessungen abgeschätzt werden. Diese Techniken haben aber bislang in der klinischen Routine keine nennenswerte Verbreitung gefunden, da sie keine Vorteile im Vergleich zu den oben aufgeführten Verfahren aufweisen. Auch die direkte Einlage von Druckaufnehmer sondens in die Abdominalhöhle wurde tierexperimentell validiert [10], ist aber wegen der hohen Invasivität als Routinemethode nur bedingt geeignet.

Fazit für die Praxis

Eine intraabdominelle Druckerhöhung ist bei kritisch kranken Patienten häufig und von erheblicher prognostischer Relevanz. Da der IAP-Wert mithilfe klinischer Untersuchung nur ungenau abgeschätzt werden kann, sollte bei Patienten mit dem Risiko einer abdominalen Hypertension ein apparatives IAP-Monitoring erfolgen. Dies ist z. B. über eine Blasendruckmessung oder bevorzugt mithilfe kontinuierlicher intragastraler Druckmessung möglich. Kontinuierliche Verfahren haben den Vorteil, dass Veränderungen frühzeitig erfasst und Interventionen zeitnah möglich werden. Die Entwicklung des IAP während des Krank-

heitsverlaufs kann so besser als durch die „Momentaufnahmen“ mit intermittierenden Messverfahren überwacht werden. Außerdem ist die untersucherbedingte Variabilität der Messwerte bei kontinuierlichen Verfahren geringer als bei Verfahren, für die jedes Mal eine Vielzahl verschiedener Arbeitsschritte erforderlich ist. Ob der frühzeitige Einsatz eines IAP-Monitorings die Prognose von Patienten mit abdominaler Hypertension oder einem ACS allerdings tatsächlich verbessert, konnte bislang noch nicht gezeigt werden.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. P. Neumann



Evangelisches Krankenhaus,
Göttingen-Weende
An der Lutter 24,
37075 Göttingen
Neumann@ekweende.de

Interessenkonflikt. Es besteht kein Interessenkonflikt. Der Autor versichert, dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkt in dem Artikel genannt ist, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen.

Literatur

1. Cheatham ML, Safcsak K (1998) Intraabdominal pressure: a revised method for measurement. *J Am Coll Surg* 186:594–595
2. Chionh JJ, Wei BP, Martin JA, Opdam HI (2006) Determining normal values for intra-abdominal pressure. *ANZ J Surg* 76:1106–1109
3. De Waele JJ, Berrevoet F, Reyntjens K et al (2007) Semicontinuous intra-abdominal pressure measurement using an intragastric compliance catheter. *Intensive Care Med* 33:1297–1300
4. Kirkpatrick AW, Brenneman FD, McLean RF et al (2000) Is clinical examination an accurate indicator of raised intra-abdominal pressure in critically injured patients? *Can J Surg* 43:207–211
5. Lacey SR, Bruce J, Brooks SP et al (1987) The relative merits of various methods of indirect measurement of intraabdominal pressure as a guide to closure of abdominal wall defects. *J Pediatr Surg* 22:1207–1211
6. Lee SL, Anderson JT, Kraut EJ et al (2002) A simplified approach to the diagnosis of elevated intra-abdominal pressure. *J Trauma* 52:1169–1172
7. Malbrain ML (2004) Different techniques to measure intra-abdominal pressure (IAP): time for a critical re-appraisal. *Intensive Care Med* 30:357–371
8. Malbrain ML, Chiumello D, Pelosi P et al (2005) Incidence and prognosis of intraabdominal hypertension in a mixed population of critically ill patients: a multiple-center epidemiological study. *Crit Care Med* 33:315–322

9. Schachtrupp A, Jansen M, Bertram P et al (2006) Abdominelles Kompartmentsyndrom. Bedeutung, Diagnostik und Therapie. *Anaesthesist* 55:660–667
10. Schachtrupp A, Tons C, Fackeldey V et al (2003) Evaluation of two novel methods for the direct and continuous measurement of the intra-abdominal pressure in a porcine model. *Intensive Care Med* 29:1605–1608
11. Sugrue M, Bauman A, Jones F et al (2002) Clinical examination is an inaccurate predictor of intraabdominal pressure. *World J Surg* 26:1428–1431