

Intra-abdominal hypertension と abdominal compartment syndrome の 診断と治療

新井 正徳

日本医科大学付属病院救急診療科

Intra-abdominal hypertension for abdominal compartment syndrome

Masatoku Arai

Division of Emergency, General Medicine, Nippon Medical School Hospital

Abstract

Increased intra-abdominal pressure (IAP) results in intra-abdominal hypertension (IAH) and abdominal compartment syndrome (ACS). ACS is a condition that causes multiorgan disorders such as respiratory, circulatory, and renal function due to a rapid increase in IAP, and is fatal if decompression is not performed promptly. The main causes of acute elevation of IAP include intra-abdominal or retroperitoneal bleeding, intestinal or retroperitoneal edema, packing by damage control surgery, and ascites. Diagnosis is obtained by measuring intra-bladder pressure and the presence or absence of organ dysfunction, and treatment is appropriate fluid infusion, medical treatment to reduce IAP, surgical decompression and open abdomen management. Initially, most reports of ACS were on surgical diseases; however, in the ICU, it has been reported that IAH also occurs relatively frequently in medical diseases. In addition, IAP has been identified as a predictor of mortality and multiple organ dysfunction. The definition of IAH/ACS and clinical practice guidelines were published in 2006 and revised in 2013, and are currently recognized as important pathophysiological conditions mainly in the critical care. This section describes the history, definition, pathophysiology, diagnosis, and treatment of ACS.

(日本医科大学医学会雑誌 2021; 17: 172-181)

Key words: intra-abdominal pressure, intra-bladder pressure, intra-abdominal hypertension, abdominal compartment syndrome, open abdomen

はじめに

腹腔内圧 (intra-abdominal pressure : IAP) の上昇は, intra-abdominal hypertension (IAH) や abdominal compartment syndrome (ACS) を来す。

ACSは, 急激なIAPの上昇により, 呼吸, 循環, 腎障害などの多臓器障害を招き, 速やかに減圧が行われないと致死的となる病態である (図1)。急性に起こるIAP上昇の主な原因としては, 腹腔内あるいは後腹膜出血, 腸管あるいは後腹膜浮腫, damage control surgeryによるpacking, 腹水の貯留などが挙げられ

Correspondence to Masatoku Arai, Division of Emergency, General Medicine, Nippon Medical School Hospital, 1-1-5 Sendagi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8603, Japan

E-mail: amasatoku@nms.ac.jp

Journal Website (<https://www.nms.ac.jp/sh/jmanms/>)

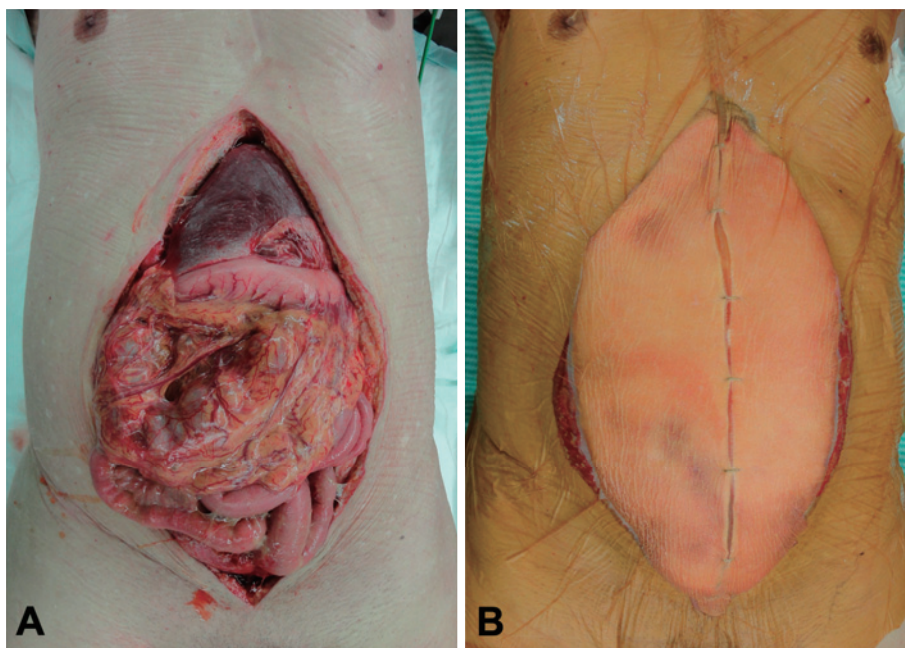


図1 abdominal compartment syndrome (ACS) 予防のため open abdomen management (OAM) を施行した症例
 A: 腹部大動脈瘤破裂による出血性ショックを来し、緊急手術を施行したが、術後著明な腸管および後腹膜浮腫を認め閉腹困難となった。
 B: ACSを回避するために、術後 negative pressure wound therapy による OAM 管理とした。

る。診断は膀胱内圧 (intra-bladder pressure : IBP) の測定および新たに出現した臓器障害の有無によって得られ、治療は適切な輸液、内科的減圧手技、外科的減圧開腹術 (decompression) と open abdomen management (OAM) である¹²。当初は外科疾患における報告がほとんどであったが、ICUにおいては、内科疾患においてもIAHは比較的頻繁に発生していることが報告されている²³。また、IAPは、死亡率やMOFの予後予測因子として特定されている³。2006年に、IAH/ACSの定義および診療ガイドラインが発表され¹、2013年にはその改訂がなされており²、現在、集中治療領域を中心に、重要な病態として認識されている。本項では、ACSの歴史、定義、病態、診断、治療について述べる。

1. ACSの歴史

腹腔内圧 (intra-abdominal pressure : IAP) の上昇が各臓器に及ぼす影響について、動物実験においては、およそ150年以上前から認識されており⁴、臨床的にもおよそ100年前に報告がなされている⁵。その後、広範な腹壁欠損をともなう小児の臍帯ヘルニア⁶や腹腔鏡手術の発達により、麻酔科や産婦人科医を中

心に認識されるようになった⁷。そして、Richardsら⁸は、外傷や癌などの腹部外科手術後に、原因不明の乏尿・腎不全となった腹部膨満を伴う患者において、decompressionによって症状が改善したことを報告した。1984年Kronら⁹は、腹部大動脈瘤破裂 (ruptured abdominal aortic aneurysm : RAAA) の術後、腹部膨満と乏尿を来した症例に、初めて尿道カテーテルを用いて膀胱内圧 (IBP) を測定し、25 mmHgを超えた11例を報告した。そして、7例においてdecompressionにより直ちに利尿と全身状態の改善を認め、保存的加療を行った4例は全例死亡したことを報告した。そして、1989年にFietsamら¹⁰は、このような病態を“intra-abdominal compartment syndrome”と名付けた。

2. Damage control surgery と ACS

このように外傷、癌、RAAAにおける腹部外科手術後の報告により、本病態は、ACSと名付けられるに至ったわけであるが、ACSが最も急速に広く認識される契機となったのは、致死的な出血を伴う重篤な腹部外傷に取られた damage control surgery (DCS) と呼ばれる治療戦略に伴う ACS 報告例の急激な増加

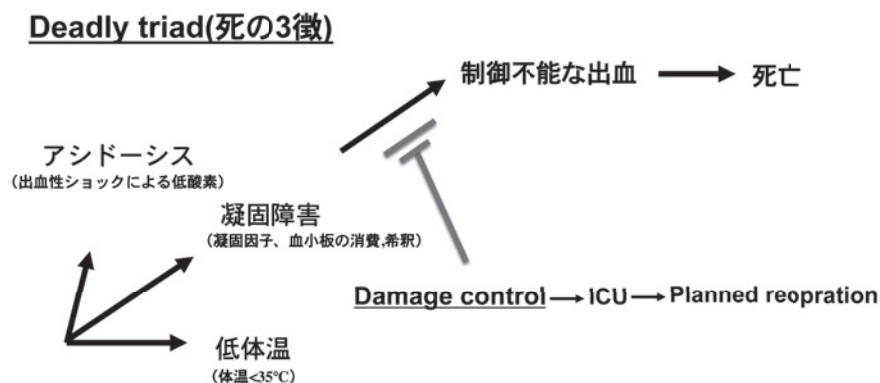


図2 deadly triad (死の3徴) と damage control surgery

Damage control surgery

First phase: abbreviated surgery

止血と腹腔内汚染のコントロールのために

- vascular control
- packing
- 損傷消化管の閉鎖(再建は行わない)
- 迅速な閉腹(Temporary abdominal closure: TAC)

Second phase: ICUにおける外科的集中治療

復温、凝固障害の是正、循環動態の安定化

Third phase: planned reoperation (definitive surgery)

止血の確認、消化管や血管の再建、定型的閉腹

図3 damage control surgery

に起因する¹¹。

重症外傷において、低体温、アシドーシス、凝固障害は、死の3徴 (deadly triad) と呼ばれる。これらは vicious cycle であり、遂には制御不能な出血から死に至る重要な因子である¹¹⁻¹³ (図2)。DCSはこれらを断ち切るための治療戦略であり、1993年に Rotondo¹²により名付けられた。abbreviated laparotomy あるいは staged laparotomy と呼ばれる初回手術においては、主要血管の結紮や一時的血管シャントの造設、また外科タオルを用いた packing による実質臓器損傷の出血コントロールおよび腸内容による腹腔内汚染の防止のみを行い、再建は行わず、迅速な閉腹を行う。その後、直ちに ICU に入室し全身状態を改善し、planned reoperation によって、血管、腸管などの再建や定型的閉腹を行う治療戦略である¹¹⁻¹³ (図3)。その起源は決して新しいものではなく、1908年に Pringle¹⁴によって、重篤な肝損傷において pringle

maneuver とともに出血のコントロールに用いられた perihepatic packing である¹⁴。この packing は、第2次世界大戦 (1939~1945年) では多くの症例に行われたが、当時行われた手技は、肝裂傷部に直接ガーゼで圧迫を行う intra-hepatic packing であった。しかし、これにより再出血、肝内/肝周囲膿瘍、packing 周囲組織の壊死、fistula、腹膜炎など数多くの合併症が見られたことから、朝鮮、ベトナム戦争ではほとんど行われなくなり、多くの外科医は、これを行う外科医には skill が欠けているものと見なした^{11,13}。しかしながら、1981年 Feliciano¹⁵らは、肝縫合、肝動脈結紮術、肝切除などのあらゆる外科的止血によっても止血不能であった10例の肝損傷症例に対し、perihepatic packing を施行し9例を救命したことを報告した。この中にはアプローチ困難な肝後面下大静脈損傷も含まれ、これらの損傷にも有効であったことが報告され、再度注目されることとなった。その後、

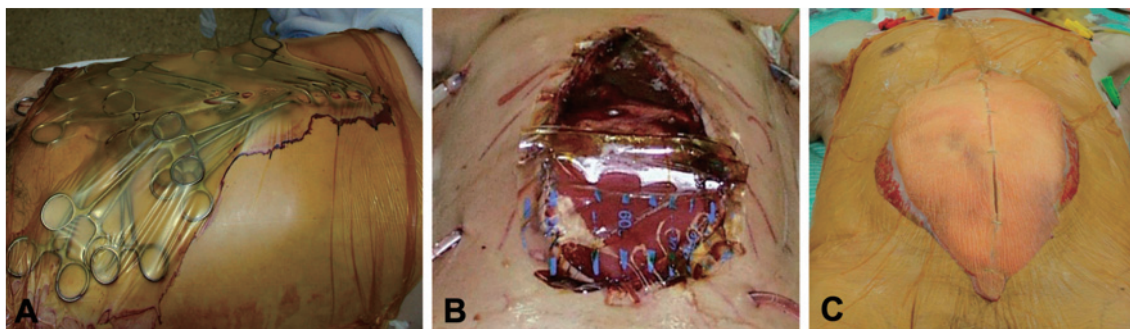


図4 temporary abdominal closure (TAC)

A : towel clips closure

B : silo closure

C : negative pressure wound therapy (NPWT)

Grade	IBP(mmHg)
I	12~15
II	16~20
III	21~25
IV	>25

図5 膀胱内圧 (intra-bladder pressure : IBP) による腹腔内圧の grading system^{1, 2}

1983年 Stoneら¹⁶は、肝損傷における経験を全ての腹部臓器に応用し、術中凝固障害を来した患者に腹部全体の packing による abdominal tamponade を施行し、ICUで蘇生し planned reoperation を施行する staged laparotomy を報告した。また、Felicianoら¹⁷は、手術時間の短縮により、術後の合併症が減少し、生存率が改善するとの仮説のもと、300例の gunshot 患者において abbreviated laparotomy を施行し、88.3%の生存率を示した。これらの治療戦略は、現在の DCS へと発展していった。これ以降、1998年までには、1,000例を超える DCS の報告がなされ、その生存率は約 50% であることが報告された¹⁸。しかしながら、DCS の症例が増加するにつれ、DCS 後に ACS を来す例が、数多く報告されるようになった^{19,20}。当時、初回手術では、タンポナーデ効果による止血効果を期待し、towel clips closure (図 4A) や皮膚のみの連続縫合による迅速な閉腹法が施行されていたが、皮膚や筋膜を無理に閉鎖すると packing した外科タオルや腸管および腹壁の浮腫、腹腔内出血などにより、高率に ACS を来すことが認識されるようになった^{11,21}。1993年 Morrisら²²は、DCS 後に 15% が ACS を来し、その死亡率は 62.5% に上ることを報告し、早期の decompression を推奨した。このように DCS

後の ACS の原因は、過度な packing の他、腹腔内のタンポナーデ効果による止血を期待した閉腹にあることが明らかとなり、現在では、IAH/ACS の定義および診療ガイドラインにおいて、生理学的消耗を伴う外傷の開腹術後は、ACS の予防のために OAM を施行することが推奨されている (GRADE 2D)²。

3. IAH/ACS の定義の統一

2000年にはDCS後のACSは広く認識されるようになり、この領域において、多くの研究がなされてきたが、IAH/ACSの定義だけでなく、膀胱内圧測定法および単位の表記法 (mmHg/H₂O)、grading systemなどが統一されていなかったため、混乱が生じており、研究結果の比較が困難な状況にあった。2004年にIAH/ACSの研究、教育、予防、予後の改善などを目的にWorld Society of the Abdominal Compartment Syndrome (WSACS)が組織され、ヨーロッパ、アメリカ、オーストラリアの外科医や外傷外科医だけでなく、集中治療のスペシャリストが参集し、consensus conferenceが開催された¹。その内容が2006年にexpert consensus definitionsとして報告された¹。2007年にはclinical practice guidelineが発表され、2013年に改訂され現在に至っている²。

このガイドラインにおいて、IAHはIAP \geq 12 mmHgの場合であり、ACSはIAP $>$ 20 mmHgで新たな臓器障害を認める場合と定義されており²、図5のようなIAPによるgrading systemが示されている¹²。また、以下のような用語の定義がなされている。

Primary IAH/ACS…手術やIVRを要する腹部骨盤領域の損傷や疾病に関連するもの

Secondary IAH/ACS…腹部骨盤領域と関連しない

<p>腹壁コンプライアンスの低下 腹部手術 重症外傷 重症熱傷 腹臥位</p> <p>腸内容の増加 胃の麻痺/胃膨満 イレウス 大腸偽閉塞 S状結腸軸捻転</p> <p>腹腔内容の増加 急性膵炎 腹部膨満 腹腔内出血/気腹 or 腹水 腹腔内感染/膿瘍 腹腔内/後腹膜腫瘍 腹腔鏡による気腹 肝不全/肝硬変に伴う腹水 腹膜透析</p>	<p>輸液/透過性亢進 ダメージコントロール手術 低体温 アシドーシス 大量輸液負荷または輸液のプラスバランス 大量輸血 APACHE-IIまたはSOFA scoreの上昇</p> <p>その他 年齢 凝固障害 ベッドアップ 広範な腹壁瘢痕ヘルニアの修復 人工呼吸管理 肥満またはBMIの上昇 PEEP > 10 肺炎 腹膜炎 敗血症 ショックまたは血圧低下</p>
--	---

図6 IAH (intra-abdominal hypertension)/ACS (abdominal compartment syndrome) のリスクファクター²

もの(大量輸液, 熱傷, 敗血症, 胸部損傷など)

Recurrent IAH/ACS…Primary や Secondary IAH/ACSなどに手術や処置を施行したのちに再発するもの。

4. IAH/ACSのリスクファクターと頻度

IAH/ACSのリスクファクターを図6に示すが², 外科疾患のみならず内科疾患でも発生することが示され, 多岐の疾患・病態に及んでいることが示される。そのため, 外科医だけでなく, 内科医も本病態について認識しておくことが必要と考えられる。

IAH/ACSの頻度は, 疾患や病態によって異なるが, ここでは, 特にハイリスクと認識されている疾患/病態について解説する。

外傷における頻度

外傷においては, Morrisら²²により, 107例のstaged laparotomyのretrospective studyにおいて, 15%がACSを来したことが報告されている。2003年Baloghら²³は, 188例の体幹部外傷におけるprospective observational studyにおいて, 14%がACSを来したことを報告している。また, Ivaturyらは, 70例の腹部穿通外傷においてIAHの頻度は32.9%であり, 一期的にfascial closureを行った25例と予防的にmesh closureでOAMを行った45例ではIAHの頻度は, それぞれ52%と22.2%であり, OAMで有意に低い

($p=0.012$)ことを報告した。さらに, 胃粘膜pHiをガイドにdecompressionを施行した結果, ACS症例を来した症例は2例(2.9%)のみであった²⁴。これ以降はDCSの初回術後は, 皮膚や筋膜を無理に閉鎖せず, OAMによる管理が行われるようになり, 外傷におけるACSの頻度は低下しているものと推測される。

RAAAにおける頻度

RAAAは, ACSが認識されるに至った疾患である。経時的に術後のIAPをモニターした場合, open repairでは約半数がIAP>20 mmHgとなると言われている²⁵。また, Open repairでは30%, EVARでも20%がACSを来することが報告されている^{26,27}。ACSを来した場合, 死亡率は46~80%と効率であり, 予後不良である²⁸。そのため人工血管置換後ではあるが, 予防的OAMの有用性が示唆されている²⁹。

急性膵炎における頻度

急性膵炎の場合, 大量輸液による後腹膜の浮腫, 腹水貯留, イレウスなどが主な原因である。De Waeleら³⁰のReviewにおいては, 重症急性膵炎のIAHの発生率は60~80%であり, ACSは27%の発生率であったことが示されている。また, ACSを来した場合, 死亡率は50~75%と高率であることが報告されている。Jaipuriaら³¹による1985~2015年のsystematic reviewにおいて, IAHは重症急性膵炎においては

50%に発生し、急性膵炎においても17%に発生することが報告されている。また、重症膵炎の場合、ACSは15%に発生し、膵炎発症から3~5日目で起こることが報告されている。

大量輸液を要する病態における頻度

大量輸液を要する病態は、secondary IAH/ACSの最も主要な病因である（出血、熱傷、敗血症、膵炎など）。

20%以上の広範囲熱傷症例(BSA:22~80%)では、10例中7例にIAHを認めた。うち熱傷面積80%以上の2例がACSとなりdecompressionが施行されていた³²。

Cardiac surgeryもIAHの頻度は高く、69例中22例(31%)においてIAHを認め、人工心肺を施行した患者において、輸液バランスがIAHと関連したことが報告されている³³。

大量輸液によるIAH/ACSを単施設によるprospective observational studyで検討した報告では、内科系ICUにおいて24時間で5L以上の輸液のプラスバランスを認めた症例40例中34例(85%)がIAHとなり、10例(25%)がACSを来したことが報告されている³⁴。

5. IAH/ACSの病態

IAPの上昇は、直接的あるいは間接的な臓器の圧迫を介して、心血管系、呼吸器系、腎の臓器障害を惹起するだけでなく、脳、肝、腸管、腹壁の虚血や深部静脈血栓形成などの原因となり、全身の臓器に影響を与えることになる⁴。IAPの上昇により、腹腔内臓器や血管は圧迫され、臓器灌流が低下し、肝機能、腎機能障害を来す⁴。また、ブタを用いた実験においては、IAP 20 mmHgでは、上腸間膜動脈の血流は73%に低下し、IAP 30 mmHgでは48%まで低下することが示されている³⁵。ACSにhypovolemiaや出血が加わった場合には、さらに腸管血流は低下することが示されている³⁶。他の臓器障害が、decompressionによるIAPの低下によって可逆性であるのに対し、このように、ACSにnon-occlusive mesenteric ischemia (NOMI)を合併し、腸管壊死を来した場合、不可逆性の変化であるため、予後は極めて不良となることが報告されている^{4,35,36}。また、腹壁の血流低下は、開腹創の感染や壊死性筋膜炎を合併し、下肢静脈灌流の低下は下肢深部静脈血栓を形成し、肺塞栓のリスクを増加させることが報告されている⁴。

一方、IAPの上昇により、下大静脈の圧迫による静脈灌流の低下、横隔膜の挙上と心臓の圧排による心室コンプライアンスの低下や後負荷の上昇を来し、心拍量は低下する。しかしながら、スワンガンツ・カテーテルなどで中心静脈圧や肺動脈楔入圧を測定した場合、hypovolemiaにも関わらず、胸腔内圧が上昇しているため、これらは高値となり心不全と誤ることがあり、評価が困難となる。肺は、横隔膜の挙上による圧排により、気道内圧は上昇し、無気肺、肺コンプライアンスの低下、換気/血流比不均衡を来し、PaCO₂の上昇およびP/F ratioの低下が起こる。さらに、胸腔内圧の上昇は、脳静脈還流の低下と脳圧の亢進を招き、二次性脳損傷の原因となる⁴。

6. IAP測定の必要性

IAPの測定はIAH/ACSの診断に必要であるが、腹部膨満や腹壁緊張などの視診や触診による身体所見の評価だけでIAP上昇の判断は可能であろうか？ Sugrueら³⁷による110人の腹部手術後のICU入室患者に行われたprospective observational studyにおいては、sensitivity 60.9%, specificity 80.5%, positive predictive value 45.2%, negative predictive value 88.6%であり、身体所見のみでIAPを予測するのは、感度および陽性的中率が低く、不正確であることが示されている。また、IAH/ACSの診療ガイドラインにおいては、これらのリスクファクターがある場合、IAPの測定を行うことが推奨されており、この場合プロトコル化されたモニターとそれによる処置が推奨されている。さらに、IAHの継続を回避する努力やプロトコルを実施することが推奨されている（いずれもGRADE 1C)²。

7. IAPの測定法

直接法と間接法

IAPの測定法には、直接法と間接法がある。直説法には、腹腔鏡手術での持続モニターや腹腔内にカテーテルを挿入し測定する方法がある。これらは正確ではあるが侵襲的である。間接法は、他の臓器を測定部位として、間接的に測定する方法であり、胃、直腸、下大静脈、膀胱が選択される。直腸を除けば、動物実験において直接法のIAPとある程度の相関が認められている³⁸。

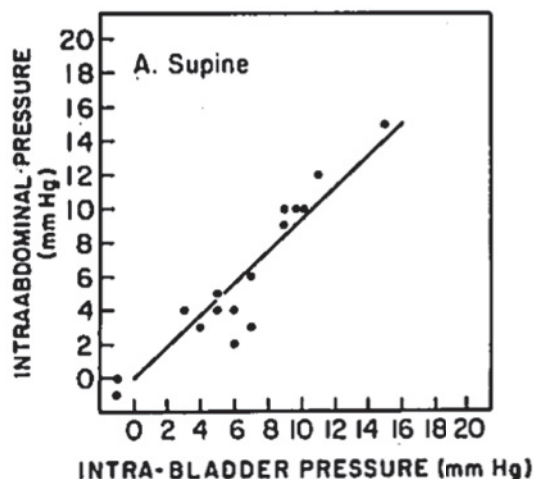


図7 膀胱内圧 (intra-bladder pressure) と腹腔内圧 (intra-abdominal pressure) の関係³⁷

膀胱内圧 (intra-bladder pressure : IBP)

1984年 Kronら⁹は、RAAAの症例において、尿道カテーテルを用いて初めて膀胱内圧の測定を行った。動物実験(イヌ)で5~70 mmHgの範囲で直接法による腹腔内圧と相関を認め³⁸、ヒトにおいてもIBP≒IAPであることが示されている(図7)³⁹。その簡便性、非侵襲性のために、現在 gold standardである。ただし、神経因性膀胱や拘縮した膀胱、また膀胱損傷や骨盤骨折による後腹膜血腫による圧迫がある場合は正確ではない。以下に manometer(図8A, B)と transducer(図8C)を用いた具体的な測定法を示す。

IBPの測定法

1. 尿を吸引し、排尿ドレーンをクランプする(図8A)。
2. 18Gの留置針をバルーンポートより遠位に刺入する(図8A)。
3. 延長チューブを付けた三方活栓を接続する(図8A)。
4. 膀胱内に25 mLの滅菌生理食塩水を注入する(図8A)。
5. 腋窩中央線レベルを0とする。
6. 仰臥位で腹部の筋収縮がない状態で呼気終末に測定する(図8B)。
7. IAPはmmHgで表記する。(mmHg=cmH₂O/1.36)
8. 留置針は抜去し、クランプを解除する。
9. 25 mLを尿量から差引いておく。
10. Cに示すように、3 wayの尿道カテーテルの場合、transducerを接続し測定可能である⁴⁰(図8C)。

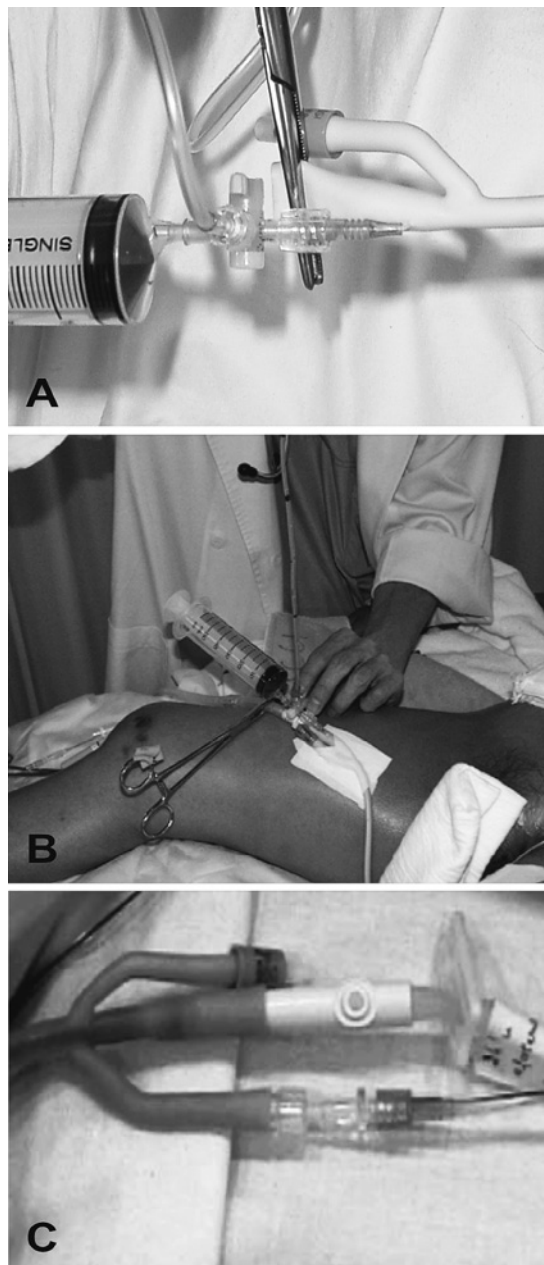


図8 manometerとtransducerを用いた具体的な膀胱内圧測定法。

A: 尿を吸引し、排尿ドレーンをクランプし、18Gの留置針をバルーンポートより遠位に刺入する。延長チューブを付けた三方活栓を接続し、膀胱内に25 mLの滅菌生理食塩水を注入する²。
B: 腋窩中央線レベルを0とし、仰臥位で腹部の筋収縮がない状態で呼気終末に測定する²。
C: 3 wayの尿道カテーテルを用い、transducerを接続し測定可能である³⁸。

8. IAH/ACSの治療

IAH/ACSの診療ガイドラインにおいては、IAP \geq 12 mmHgでIAHと診断された場合、IAPを下げる

- | | | |
|---|---|--------------------------|
| 1. Improve abdominal wall compliance | } | GRADE 2D |
| Sedation and analgesia | | |
| Neuromuscular blockade | | |
| Avoid head of bed >30 degrees | | |
| 2. Evacuate intra-luminal contents | } | GRADE 1D |
| Nasogastric decompression | | |
| Rectal decompression | | |
| Gastro-/colo-prokinetic agents | | GRADE 2D |
| 3. Evacuate abdominal fluid collections | } | GRADE 2C |
| Paracentesis | | GRADE 2D |
| Percutaneous drainage | | |
| 4. Correct positive fluid balance | } | GRADE 2C |
| Avoid excessive fluid resuscitation | | |
| Diuretics | | |
| Colloids/ hypertonic fluids | | |
| Hemodialysis/ ultrafiltration | | |
| | | NO RECOMMENDATION |

図9 IAPを下げる内科的治療²

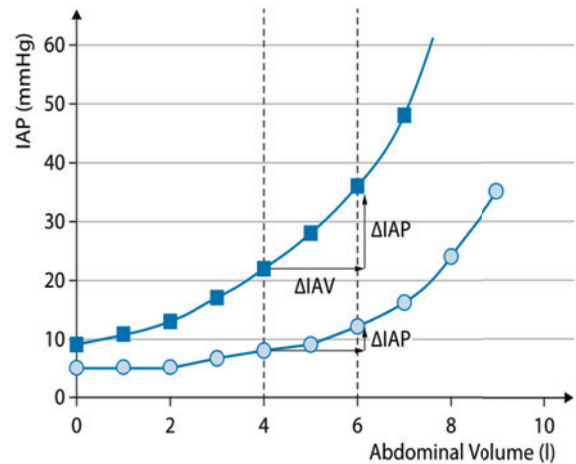


図10 腹腔内圧 (intra-abdominal pressure : IAP) と腹腔内容積の関係³⁹

内科的治療を開始する²。これらは decompression を施行する前に試みるべき処置である (図9)。過度な輸液を避けるとともに、臓器灌流を改善させるよう留意しつつ行う (GRADE 1C)。そして、臓器障害の発生に注意しつつ、少なくとも4時間ごとのIAPのモニタリングを行う (GRADE 1C)²。しかしながら、IAPと腹腔内容積との関係は、15 mmHg以下では直線的であるが、これを越えると指数関数的に上昇し、少量の容積増加でも急速に上昇することが示されており⁴¹ (図10)、15 mmHgを越えた場合には、さらに頻回の測定が必要となり、ACSを来した場合は、タイミングを逸することのない decompression が推奨されている (GRADE 1D)²。1984年 Kronら⁹が報告したように、減圧直後、直ちに利尿や気道内圧の低下など全身状態の改善を認めることが多いが^{39,22}、減圧直後に急激な血管抵抗の減弱^{22,42}や虚血再灌流による嫌気性代謝物質の影響^{22,43}などにより decompression 直後に心停止となることが報告されており^{22,43,44}、バイタルサインのモニタリング下に徐々に減圧を行うことが重要である。また、Morrisら²²は、開腹に先立ち、予防的な輸液負荷や昇圧剤の投与を勧めている。decompression後は、OAMによって腹部を開放した状態での管理を行うことになる^{2,45}。OAMには、腹腔内臓器の保護のために Temporary abdominal closure (TAC)が必要である^{2,45}。TACには、初期に行われた silo closure (IVH バッグを腹部に装着) (図4B)や近年標準的となっている陰圧閉鎖療法 (negative pressure wound therapy : NPWT) (図4C)などが施行されている。OAMを施行した場合、7日以内に定型的閉腹がなされなければ、腹壁の側方退縮や腹壁と腸管の癒着などが起こり閉腹は困難となる^{45,46}。

Entero-atmospheric fistulaeや膿瘍形成、広範な腹壁癒着ヘルニアは、重篤なOAMの合併症である。選択されるTACの方法により、最終的な閉腹成績やこれらの合併症のリスクが異なり、患者の転帰に深く関与することが知られている^{2,45,46}。

9. ACSの問題点

ICUにおけるIAH/ACSの頻度：6カ国13カ所のICUで行われた多施設共同前向き研究において⁴⁷、平均IAPは9.8 mmHg (±4.7 SD)と高値であった。IAHの発生率は58.8%と高く、外科系疾患よりも内科系疾患で多く見られ (59% vs 41%)、ACSの発生率は8.2%であった。IAHの特定のリスクファクターは、BMI以外は認められなかったため、ICUにおいては、IAPをルーチンに測定する必要があることが示唆された⁴⁷。IAH/ACSは、このように以前から大幅な過小評価の可能性が示されていたが、現在、ICUにおいて一般的に発生していると認識されている。また、外科系疾患だけでなく内科系疾患でも多く発生していることが報告され、さらに広く認識される必要があると考えられる。IAH/ACSは、集中治療を受ける患者の死亡の予測因子としても特定されており、ICUの患者の原因不明の多臓器不全の発症に主要な役割を果たしている可能性が示されている³。IAHを来した場合、早期診断が重要である。しかし、内科的減圧処置に抵抗性の場合には、タイミングを逸することのない decompression と、その後のOAM管理を要し、さらに、OAMの合併症を避けるために早期の定型的閉腹が必要となるため、これらの治療経験を持つ外科医あるいは救急医に早期に介入を依頼することが最も重要

である。

結 語

IAHは様々な臓器に障害を及ぼし、致死的なACSへと移行する注意すべき病態である。歴史的には重篤な外傷におけるDCS後に多発し、広く認識されるに至った。ICUにおいてIAH/ACSは比較的高い頻度で認められることが報告されている。これらは内科疾患で起こることも多く、大量輸液が主要な原因であるSecondary IAH/ACSが多いことが示されている。現状ではこれを扱う集中治療医に、IAH/ACSは十分認知されているとは言えない。近年WSACSから診断・治療のガイドラインが出され、早期診断・治療のために、IAH/ACSのリスクファクターを有する患者においてIBP測定ルーティン化が推奨されている。IAHと診断されれば、継続的なIBPのモニタリングとIAPの低下を目指し、非侵襲的処置を開始する。これに反応しない場合には外科的decompressionが推奨されている。外傷におけるDamage control後のACS症例は予防的OAMにより減少しているが、今後は、ICUにおけるsecondary IAH/ACSの早期診断、治療および予後の改善が課題である。

Conflict of Interest : 開示すべき利益相反はなし。

文 献

- Malbrain ML, Cheatham ML, Kirkpatrick A, et al: Results from the International Conference of Experts on Intra-abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome. I. Definitions. *Intensive Care Med* 2006; 32: 1722-1732.
- Kirkpatrick AW, Roberts DJ, De Waele J, et al: Intra-abdominal hypertension and the abdominal compartment syndrome: updated consensus definitions and clinical practice guidelines from the World Society of the Abdominal Compartment Syndrome. *Intensive Care Med* 2013 Jul; 39: 1190-1206.
- Vidal MG, Ruiz Weissner J, Gonzalez F, et al: Incidence and clinical effects of intra-abdominal hypertension in critically ill patients. *Crit Care Med* 2008; 36: 1823-1831.
- Cheatham ML: Abdominal Compartment Syndrome: pathophysiology and definitions. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 2009; 17: 10.
- Thorington JM, Schmidt CF: A study of urinary output and blood pressure changes resulting in experimental ascites. *Am J Med Sci* 1923; 165: 880-886.
- Gross RE: A new method for surgical treatment of large omphaloceles. *Surgery* 1948; 24: 277-292.
- Söderberg G, Westin B: Transmission of rapid pressure increase from the peritoneal cavity to the bladder. *Scand J Urol Nephrol* 1970; 4: 155-156.
- Richards WO, Scovill W, Shin B, Reed W: Acute renal failure associated with increased intra-abdominal pressure. *Ann Surg* 1983; 197: 183-187.
- Kron IL, Harman PK, Nolan SP: The measurement of intra-abdominal pressure as a criterion for abdominal re-exploration. *Ann Surg* 1984; 199: 28-30.
- Fietsam R Jr, Villalba M, Glover JL, Clark K: Intra-abdominal compartment syndrome as a complication of ruptured abdominal aortic aneurysm repair. *Am Surg* 1989; 55: 396-402.
- Roberts DJ, Ball CG, Feliciano DV, et al: History of the Innovation of Damage Control for Management of Trauma Patients: 1902-2016. *Ann Surg* 2017; 265: 1034-1044.
- Rotondo MF, Schwab CW, McGonigal MD, et al: 'Damage control': an approach for improved survival in exsanguinating penetrating abdominal injury. *J Trauma* 1993; 35: 375-382.
- Moore EE: Staged laparotomy for the hypothermia, acidosis, and coagulopathy syndrome. *Am J Surg* 1996; 172: 405-410.
- Pringle JH: Notes on the Arrest of Hepatic Hemorrhage Due to Trauma. *Ann Surg* 1908; 48: 541-549.
- Feliciano DV, Mattox KL, Jordan GL Jr: Intra-abdominal packing for control of hepatic hemorrhage: a reappraisal. *J Trauma* 1981; 21: 285-290.
- Stone HH, Strom PR, Mullins RJ: Management of the major coagulopathy with onset during laparotomy. *Ann Surg* 1983; 197: 532-535.
- Feliciano DV, Burch JM, Spjut-Patrinely V, Mattox KL, Jordan GL Jr: Abdominal gunshot wounds. An urban trauma center's experience with 300 consecutive patients. *Ann Surg* 1988; 208: 362-370.
- Shapiro MB, Jenkins DH, Schwab CW, Rotondo MF: Damage control: a collective review. *J Trauma* 2000; 49: 969-978.
- Burch JM, Moore EE, Moore FA, Franciose R: The abdominal compartment syndrome. *Surg Clin North Am* 1996; 76: 833-1142.
- Balogh ZJ, Lumsdaine W, Moore EE, Moore FA: Postinjury abdominal syndrome: from recognition to prevention. *Lancet* 2014; 384: 1466-1475.
- Meldrum DR, Moore FA, Moore EE, et al: Prospective characterization and selective management of the abdominal compartment syndrome. *Am J Surg* 1997; 174: 667-672.
- Morris JA Jr, Eddy VA, Blinman TA, Rutherford EJ, Sharp KW: The staged celiotomy for trauma. Issues in unpacking and reconstruction. *Ann Surg* 1993; 217: 576-584.
- Balogh Z, McKinley BA, Holcomb JB, et al: Both primary and secondary abdominal compartment syndrome can be predicted early and are harbingers of multiple organ failure. *J Trauma* 2003; 54: 848-859.
- Ivatury RR, Porter JM, Simon RJ, et al: Intra-abdominal hypertension after life-threatening penetrating abdominal trauma: prophylaxis, incidence, and clinical relevance to gastric mucosal pH and abdominal compartment syndrome. *J Trauma* 1998; 44: 1016-1021.
- Björck M: Management of the tense abdomen or

- difficult abdominal closure after operation for ruptured abdominal aortic aneurysms. *Semin Vasc Surg* 2012; 25: 35-38.
26. Rubinstein C, Bietz G, Davenport DI, Winkler M, Endean ED: Abdominal compartment syndrome associated with endovascular and open repair of ruptured abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 2015; 6: 648-654.
 27. Karkos C, Menexes G, Patelis N, Kalogirou T, Giagtzidis I, Harkin D: A systematic review and meta-analysis of abdominal compartment syndrome after endovascular repair of ruptured abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 2014; 59: 829-842.
 28. Acosta S, Wanhainen A, Björck M: Temporary Abdominal Closure After Abdominal Aortic Aneurysm Repair: A Systematic Review of Contemporary Observational Studies. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2016; 51: 371-378.
 29. Acosta S, Seternes A, Venermo M, et al.: Open abdomen therapy with vacuum and mesh mediated fascial traction after aortic repair: an International multicentre study. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2017; 54: 697-705.
 30. De Waele JJ, Leppäniemi AK: Intra-abdominal hypertension in acute pancreatitis. *J Surg* 2009; 33: 1128-1133.
 31. Jaipuria J, Bhandari V, Chawla AS, Singh M: Intra-abdominal pressure: Time ripe to revise management guidelines of acute pancreatitis? *World J Gastrointest Pathophysiol* 2016; 7: 186-198.
 32. Ivy ME, Atweh NA, Palmer J, et al.: Intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome in burn patients. *J Trauma* 2000; 49: 387-391.
 33. Dalfino L, Sicolo A, Paparella D, et al.: Intra-abdominal hypertension in cardiac surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2013; 17: 644-651.
 34. Daugherty EL, Liang H, Taichman D, Hansen-Flaschen J, Fuchs BD: Abdominal compartment syndrome is common in medical intensive care unit patients receiving large-volume resuscitation. *J Intensive Care Med* 2007; 22: 294-299.
 35. Diebel LN, Dulchavsky SA, Wilson RF: Effect of increased intra-abdominal pressure on mesenteric arterial and intestinal mucosal blood flow. *J Trauma* 1992; 33: 45-48.
 36. Friedlander MH, Simon RJ, Ivatury R, DiRaimo R, Machiedo GW: Effect of hemorrhage on superior mesenteric artery flow during increased intra-abdominal pressures. *J Trauma* 1998; 45: 433-489.
 37. Sugrue M, Bauman A, Jones F, et al.: Clinical examination is an inaccurate predictor of intraabdominal pressure. *World J Surg* 2002; 26: 1428-1431.
 38. Saggi BH, Sugerman HJ, Ivatury RR, Bloomfield GL: Abdominal compartment syndrome. *J Trauma* 1998; 45: 597-609.
 39. Iberti TJ, Lieber CE, Benjamin E: Determination of intra-abdominal pressure using a transurethral bladder catheter: clinical validation of the technique. *Anesthesiology* 1989; 70: 47-50.
 40. Malbrain ML: Different techniques to measure intra-abdominal pressure (IAP): time for a critical re-appraisal. *Intensive Care Med* 2004; 30: 357-371.
 41. Malbrain ML, Peeters Y, Wise R: The neglected role of abdominal compliance in organ-organ interactions. *Crit Care* 2016; 20: 67.
 42. Shelly MP, Robinson AA, Hesford JW, Park GR: Haemodynamic effects following surgical release of increased intra-abdominal pressure. *Br J Anaesth* 1987; 59: 800-805.
 43. 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.
 44. Blaser AR, Björck M, De Keulenaer B, Regli A: Abdominal compliance: A bench-to bedside review. *J Trauma Acute Care Surg* 2015; 78: 1044-1053.
 45. Regner JL, Kobayashi L, Coimbra R: Surgical strategies for management of the open abdomen. *World J Surg* 2011; 36: 497-510.
 46. Arai M, Kim S, Ishii H, et al.: The long-term outcomes of early abdominal wall reconstruction by bilateral anterior rectus abdominis sheath turnover flap method in critically ill patients requiring open abdomen. *World J Emerg Surg* 2018; 13: 39.
 47. Malbrain ML, Chiumello D, Pelosi P, et al.: Prevalence of intra-abdominal hypertension in critically ill patients: a multicentre epidemiological study. *Intensive Care Med* 2004; 30: 822-829.

(受付 : 2021 年 5 月 30 日)

(受理 : 2021 年 8 月 5 日)

日本医科大学医学会雑誌は、本論文に対して、クリエイティブ・コモンズ表示 4.0 国際 (CC BY NC ND) ライセンス (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>) を採用した。ライセンス採用後も、すべての論文の著作権については、日本医科大学医学会が保持するものとする。ライセンスが付与された論文については、非営利目的の場合、元の論文のクレジットを表示することを条件に、すべての者が、ダウンロード、二次使用、複製、再印刷、頒布を行うことが出来る。