

## 総 説

患者自己調節鎮痛法  
—— 術後痛とがん疼痛 ——

Patient controlled analgesia

—— postoperative pain and cancer pain ——

濱 田 宏  
Hiroshi HAMADA

東京医科大学麻酔科学分野緩和医療部部长

Department of Anesthesiology and Palliative Medicine Tokyo Medical University

## 1. はじめに

術後急性期の痛みは呼吸器系や循環器系を中心とした術後合併症リスクの原因となるばかりか、遷延性術後痛に進展する要因ともなるため、できる限りの鎮痛を図る必要がある<sup>1-3)</sup>。現在、術後鎮痛はオピオイド鎮痛薬、非オピオイド鎮痛薬と各種神経ブロックを組み合わせるマルチモーダル鎮痛が広く推奨されている<sup>4,5)</sup>。オピオイド鎮痛薬による副作用軽減がマルチモーダル鎮痛の大きな目的のひとつであるが、依然として術後急性期の鎮痛におけるオピオイド鎮痛薬の役割は大きい。

一方、がん疼痛治療は現在も WHO のガイドライン (<https://www.who.int/publications/i/item/9789241550390>) を基に、非オピオイド鎮痛薬とオピオイド鎮痛薬を痛みに応じて適宜選択しながら組み合わせて使用するのが一般的であるが、特にオピオイド鎮痛薬がその中心的役割を担っている。がん疼痛はがん患者にとって苦痛であるばかりか、がんの治療効果ひいては予後にも影響するとも言われており<sup>6)</sup>、がん疼痛治療は終末期であるかどうかに関係なくがん治療の計画に統合されるべきであり、患者が痛みを

感じている場合は抗がん剤治療とがん疼痛治療を同時に行う必要がある。

オピオイド鎮痛薬は経口摂取ができる状態では内服で用いられることが多いが、術後急性期やがん末期の鎮痛では注射薬が主体となる。オピオイド鎮痛薬を注射薬で投与する場合は、他の投与経路と比較して迅速な効果が得られるのが最大の特徴である。しかし、鎮痛が必要な時に看護師など医療者が呼ばれて行って投与するのでは、注射薬の利点を十分に活かすことができない。患者自身が痛みの強い時に自分の判断でオピオイド鎮痛薬を自己投与できれば、タイムラグなく満足な鎮痛が可能となるはずである。しかし一方でオピオイド鎮痛薬には呼吸抑制など重大な副作用が発生するリスクがあるため、何の制限もなく患者に自己投与させるわけにはいかない。

患者自己調節鎮痛法 (Patient Controlled Analgesia : PCA) は、過量投与防止システムを備えた装置により患者自身がオピオイド鎮痛薬を自己投与できる方法である。1968 年に Sechzer が初めてオピオイドの少量静脈内投与による PCA を報告し<sup>7)</sup>、さらに 1971 年には器械を用いた PCA システムについて報

令和 4 年 10 月 31 日受付、令和 4 年 12 月 22 日受理

キーワード：患者自己調節鎮痛法、PCA、がん疼痛

(連絡先：〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-7-1 東京医科大学麻酔科学分野緩和医療部)

TEL : 03-3342-6111 (内線 5812) FAX : 03-5381-6650

告した<sup>8)</sup>。1976年にEvansら<sup>9)</sup>が最初のPCA専用機器を開発し、その後多くの改良が加えられて現在に至っている。痛みが強い時に患者が看護師を呼んで鎮痛薬投与を依頼する従来の方法と比べて、PCAを用いることで患者自身のタイミングですぐに鎮痛薬を投与できるのは大きなストレス軽減になり、より満足度の高い鎮痛が可能となる。看護師を呼ぶことを遠慮して躊躇する患者も多く、自分で直接投与できるメリットは大きい。看護師も頻繁に呼ばれることがなくなり業務の負担軽減に繋がる。これまでPCAに関する研究の多くが術後鎮痛を中心に行われてきているため、本稿ではまずPCAの原理や設定と鎮痛効果について術後鎮痛領域を中心に述べ、後半でがん疼痛緩和におけるPCAの役割について解説する。尚、PCAには薬剤の投与経路によって大きく静脈内PCA (ivPCA) と硬膜外PCA (PCEA) の2種類がある。本稿では静脈内PCA (皮下投与を含める) のみに絞って解説するため、以下で述べるPCAはすべて静脈内PCAと同義である。

## 2. PCAの原理

オピオイド鎮痛薬を患者自身がどうして自己投与

することができるのかを理解するためには、PCAの原理を理解する必要がある。1980年にAustinら<sup>10)</sup>は鎮痛を得るための最小有効血中濃度 (minimum effective analgesic concentration : MEAC) と、痛みがある状況での最大血中濃度 (maximum concentration with severe pain : MCP) という概念を提唱した。オピオイド鎮痛薬はある一定の血中濃度に達して初めて鎮痛効果を発揮する (図1)。この血中濃度がMEACであり、それ以下の血中濃度では十分な鎮痛は得られない。図2に示すように、このMEACにはかなり個人差があると言われている。つまり同じ痛みでもかなり血中濃度を上げないと鎮痛が得られない患者もいれば、一方で少ない量でも鎮痛が図れる患者もいるということであり、こういったオピオイド鎮痛薬の感受性に関する個人差は臨床的にもよく経験するところである。一律に同じ投与量ですべての患者の鎮痛を図ろうとしてもなかなかうまくいかないのは、このような薬剤に対する感受性の個人差があるためである。一方、オピオイド鎮痛薬の血中濃度があるレベルより低下すると激しい痛みを感じるようになる。そのレベルがMCPである (図2)。Austinら<sup>10)</sup>は、このMCPとMEACは非常に近接

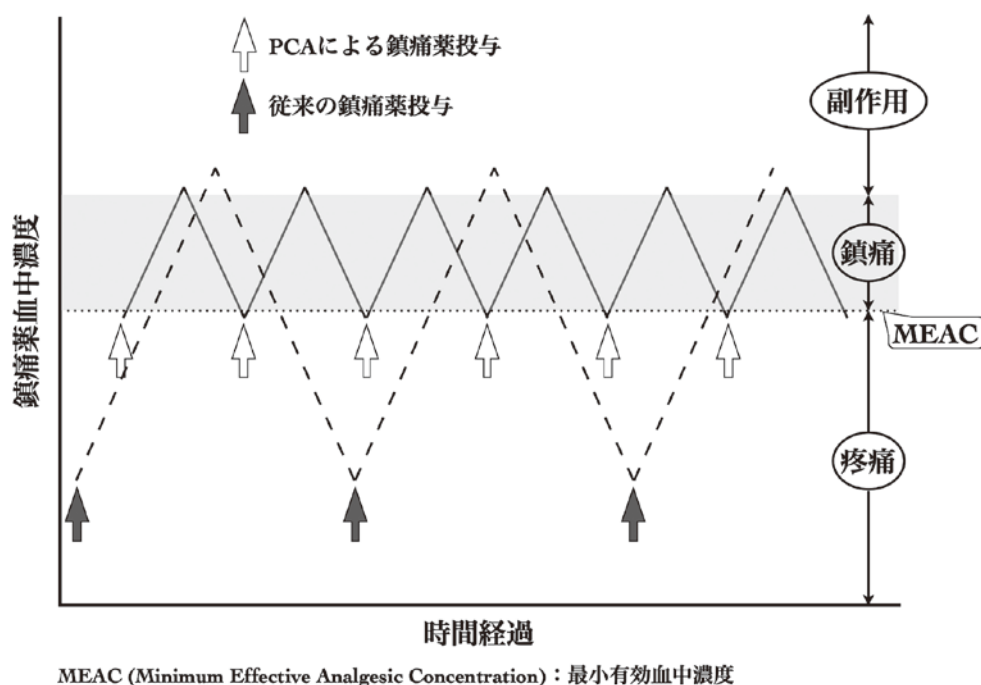


図1 PCAと従来の鎮痛法による鎮痛薬血中濃度の推移

PCAでは痛みを感じるたびに患者がボタンで少量の鎮痛薬を繰り返し自己投与することで、MEACを超えた鎮痛効果を発揮する血中濃度の範囲に維持しやすい。従来法ではすべての患者で決まった量の鎮痛薬を投与するため、患者ごとに異なるMEACを超えた血中濃度を維持することがPCAと比べて難しい。

中塚秀輝、前島亭一郎：PCAの概念と優位性。PCA患者自己調節鎮痛法。(Eds) 山藤道明、山内正憲、克誠堂出版、東京、3-9, 2011より引用改変 (原典：文献11)

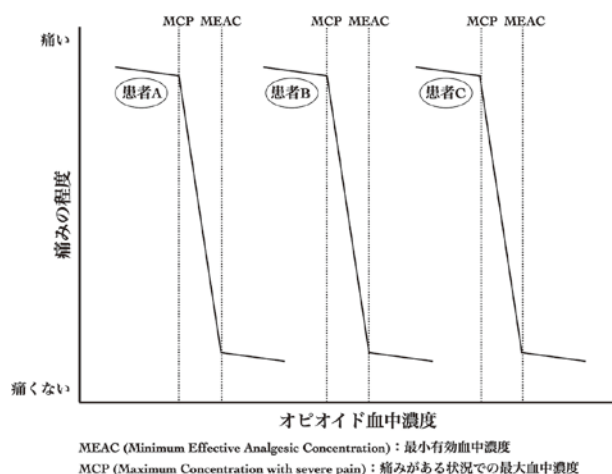


図2 オピオイド血中濃度と鎮痛効果との関係

患者 A, B, C で MEAC が異なる。MEAC から血中濃度が低下してくると痛みを感じ始め、MCP 以下の血中濃度で痛みが最大となる。MCP から MEAC に血中濃度を上げるのに必要な鎮痛薬の量が、PCA での 1 回投与量 (Demand dose) に相当し、MEAC の個人差が大きいのにに対してこの量にはあまり個人差はない。中塚秀輝、前島亭一郎：PCA の概念と優位性。PCA 患者自己調節鎮痛法。(Eds) 山蔭道明、山内正憲、克誠堂出版、東京、3-9, 2011 より引用改変 (原典：文献 10)

しており、MCP の状態から少量の鎮痛薬を投与することで容易に MEAC に達することを報告した。しかも MCP から MEAC に戻すのに必要な鎮痛薬の量にはそれほど個人差がない<sup>11)</sup>。つまり個人差が大きい MEAC をまず各患者で見出し、MEAC を超える血中濃度に到達するよう鎮痛薬を投与した後は、血中濃度が低下して痛みを感じるたびに少量の鎮痛薬を追加投与して再度 MEAC に戻すだけで必要十分な鎮痛が繰り返し得られるということである (図 1)。これが「患者が痛みを感じるたびに少量のオピオイド鎮痛薬を自己投与することで鎮痛が得られる」という PCA 概念の理論的根拠となっている。この場合重要なことは、最初に MEAC を超えた血中濃度までオピオイド鎮痛薬を投与してから PCA を開始することである。血中濃度が十分に上昇していないうちから PCA を開始すると、何度も自己投与を繰り返さないと MEAC に到達しないため、そのうちに効果がないと諦めて使わなくなる患者がいる。痛みが十分緩和されるところまで初期投与した上で PCA を開始することが重要である。MEAC には個人差があるため、この初期投与量は患者によって差がある。

### 3. PCA の設定

PCA を開始するためには PCA ポンプが必要である。精密持続注入器に患者が薬液を自己投与するためのボタンが付いた構造である。PCA を開始する前に、PCA ポンプに独自の各種設定が必要である。PCA ポンプにはディスポーザブルポンプと電動式ポンプの 2 種類があり、それぞれに表 1 に示すような長所と短所がある。ディスポーザブルポンプでは設定項目は限られているが、電動式ポンプでは基本的に以下の設定が可能である。

#### ① 持続投与量 (Background infusion)

患者の要求とは関係なく持続的に投与される鎮痛薬の量である。PCA の基本はあくまでも次に述べるボーラス投与 (1 回投与量) である。鎮痛薬の血中濃度を一定に保つ意味から持続投与が併用されることも多いが、安全面からは注意が必要である。PCA により患者が安全にオピオイド鎮痛薬を自己投与できるのは、過量投与となって患者が鎮静されるとそれ以上にボタンを押して薬液をリクエストしなくなるというネガティブフィードバックがかかることにある<sup>11)</sup>。これによってそれ以上の薬液投与が行われず、過度の副作用発生を防ぐ効果があるが、持続投与を併用することでこのネガティブフィードバックが十分働かなくなり過量投与となる可能性がある。Chen ら<sup>12)</sup> は子宮摘出術後患者 60 名を 2 群に分け、モルヒネによる PCA で持続投与なしの群と 0.5 mg/h の持続投与を併用した群で比較したところ、鎮痛効果はむしろ持続投与を併用しない群で有意に高く、持続投与を併用した群ではモルヒネの消費量が有意に多く副作用の発生率も高かった。同様の多くの研究結果<sup>13-17)</sup> から、オピオイド鎮痛薬を日常的に使用していない患者にモルヒネを用いた PCA で術後鎮痛を行う場合には持続投与は併用し

表 1 PCA ポンプの種類と特徴

	電動式	ディスポーザブル
長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 各種設定が自由に可能</li> <li>● 使用量や要求回数など履歴が確認可能</li> <li>● アラーム機能あり</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 軽量</li> <li>● 静か</li> <li>● 廉価</li> </ul>
短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 重い</li> <li>● アラーム対応が必要</li> <li>● 高価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 設定がほぼ固定されている</li> <li>● 要求回数など履歴確認不可</li> <li>● アラーム機能なし</li> </ul>



ないのが一般的である<sup>18)</sup>。一方、フェンタニルの場合はモルヒネと比べて半減期が短く、またモルヒネのように代謝産物に活性がない。少量の持続投与を併用することで血中濃度減少を緩やかにして穏やかな鎮痛が得られるため、フェンタニルを用いたPCAで術後鎮痛を行う場合には持続投与を併用することが多い<sup>19)</sup>。

#### ② 1回投与量 (Demand dose)

PCA ボタンを押すことで1回に投与される薬液の量 (レスキュー量) である。患者が痛みを感じた時に1回のPCA ボタン操作でどれだけ十分な鎮痛が得られるかがPCA 成功のカギである<sup>11,20)</sup>。少なすぎると満足な鎮痛が得られず失望させることになるが、逆に多すぎると重篤な副作用の原因になる。1回の投与でMEACを維持し、安全な血中濃度の範囲を超えないような投与量設定が必要である (図1)。各オピオイド鎮痛薬によって適切な投与量に設定する必要がある。前述したようにMEACは個人差が大きいが、激しい痛みを感じ始めるMCPからMEACに血中濃度を上げるのに必要なオピオイドの量にはそれほど個人差はなく、モルヒネでは1~2 mg、フェンタニルでは20~50 µg とされている<sup>11)</sup> (図2)。

#### ③ ロックアウト時間 (Lockout interval)

患者がPCA ボタンを押して1回投与量が投与されてから次の要求が有効になるまでの時間である。たとえば10分に設定すると、1回薬液が投与されてから10分間はいくらPCA ボタンを押しても薬液は入らず空うちになる。過量投与を防ぐための安全装置であるが、長すぎると鎮痛効果が不十分となり、逆に短かすぎると必要以上に投与を許すことになり副作用の発生が増える危険性がある。空うちではあっても痛みがあればいつでもリクエストできるという安心感が得られることがPCAの利点である。一般的にロックアウト時間はオピオイド鎮痛薬の種類と関係なく5~10分に設定すれば、鎮痛効果や副作用に差がないと考えられている<sup>21,22)</sup>。

#### ④ 時間内投与回数制限

電動式ポンプではロックアウト時間とは別に、1回投与の有効回数を1時間に何回までにするか制限をかける機能が付いている。たとえばロックアウト時間を5分に設定すれば、5分ごとに押せば1時間に10回以上投与されることになるが、時間内有効回数を5回に設定すれば5分ごとに押したとしても

最初の30分以内で使い切ってしまうため後半の30分は空うちになる。術後の痛みが強い時期には連打することもあるため、短い間隔で投与されることで痛みに対応可能だが、1時間の総投与量に制限をかけることで過量投与を予防する二重の安全装置となっている。

#### 4. PCAの有効性と安全性、PCA関連医療過誤

PCAの有効性と安全性については、これまでに従来の鎮痛法との比較検討が行われてきた。Walderら<sup>23)</sup>は32編の論文についてのシステマティックレビューにおいて、オピオイド鎮痛薬の総消費量、疼痛スコア、在院期間、オピオイド関連副作用に有意差は見られず、PCAの方が総合的な鎮痛効果や患者満足度は高かったと報告している。一方、Hudcovaら<sup>24)</sup>は55の研究においてPCA患者2,023名と従来の鎮痛法患者1,838名でメタ解析を行い比較検討している。その結果、PCAの方が従来法より鎮痛効果も患者の満足度も高かったが、PCA群でオピオイド鎮痛薬の消費量が多く痒みの副作用が多かった。しかしその他の副作用発生率や在院期間に差がなく、PCAは従来法の代替となる有効な鎮痛法であると結論している。

PCAに関連した医療過誤・合併症についても過去に多くの報告がある。Hicksら<sup>25)</sup>は2000年から2005年までの5年間で約92万件の医療過誤について調査した結果、その1%がPCA関連であったと報告している。その中で薬剤の濃度や量が不適切であったものなど、圧倒的に人的要因がPCA関連医療過誤の主な原因であった。PCA機器の設定ミスや機器自体の誤作動なども報告されている<sup>26,27)</sup>。一方、PCAは患者自身が痛みに応じて鎮痛薬を自己投与するが、痛くなくなれば鎮痛薬を要求しないことを前提に安全性が担保されている。痛くないのにボタンを押し続けると当然過量投与になる。これに関して患者以外の医療者や家族が代わりにボタンを押した場合に問題になることがある。患者本人が痛いから押して欲しいと要求したのであれば問題ないが、意識障害があるなど意思表示のない患者の表情などを見て痛そうだからとボタンを押す場合などである。これは“代理人によるPCA (PCA by proxy)”と呼ばれており、米国では過去に危険であるとの警告が出て医療者や家族への教育の重要性が指摘されている (<https://www.reliasmedia.com/articles/84425->

jcaho-patient-controlled-analgesia-overuse-warning)。筆者も前任地で、術後の乳児が泣き止まないのは痛いからだろうと母親が続けてボタンを押したところ過鎮静から呼吸抑制に至った症例を経験した。本人が痛みを意思表示できない場合の PCA 使用は控えた方がよい。また、PCA ボタンをナースコールのボタンと間違えて頻回に押したことによるインシデントの報告もある<sup>28)</sup>。PCA を使用するにあたっては、起こりうるインシデントに備えた患者や家族、医療スタッフへの教育と指導が重要である。

## 5. がん疼痛と PCA

### ① 術後痛とがん疼痛の違い

これまで PCA の原理や設定、効果や副作用について述べてきたが、前述したようにこれはすべて術後鎮痛を基にしたものである。術後痛とがん疼痛は大きく異なる。まず術後患者の多くはそれまでオピオイド鎮痛薬を使用した経験がほとんどない。いわゆるオピオイドナイブであった患者が多い。一方、がん疼痛を有する患者で PCA を使用する場合は、すでにある程度のオピオイド鎮痛薬を使用していることが多い。どのオピオイド鎮痛薬をどのくらい使用しているかは患者ごとによりかなり相違がある。また、術後痛は急性痛であり通常は術後経過に従って徐々に軽快し数日のうちに治癒していくものであるが、一方のがん疼痛は時間経過とともに軽快することはなくむしろ増悪していく可能性が高い。その程度も患者によってかなり相違があり、また日々刻々と変化するものである。さらに術後患者と比較してがん疼痛をオピオイド鎮痛薬で治療している患者の多くは全身状態が不良である。このような違いから、術後鎮痛での研究や経験を基に使用されている PCA の設定を、そのままがん疼痛の鎮痛に適用するわけにはいかない。

### ② がん疼痛に対する PCA —これまでの報告—

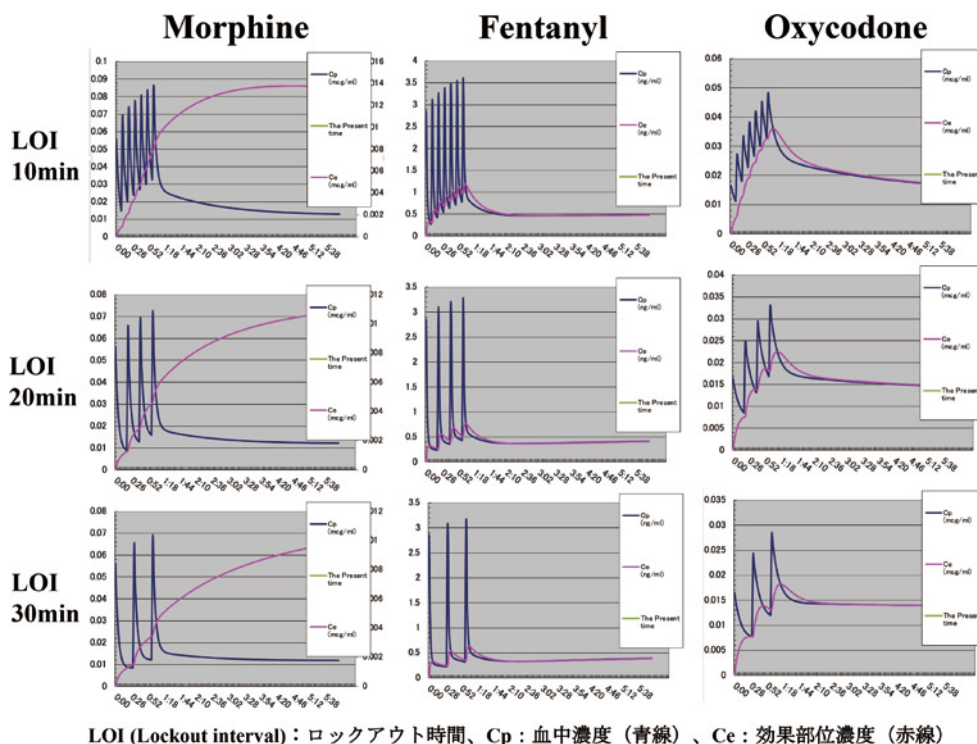
繰り返しになるが、術後鎮痛領域においては PCA の安全性と有効性はかなり研究されガイドラインも整備されているが<sup>29)</sup>、残念ながらがん疼痛に対してはオピオイド鎮痛薬が広く使用されているにも関わらず、術後鎮痛ほどに PCA の研究は行われていないのが現状である。Nijiland ら<sup>30)</sup> はがん疼痛に対する PCA に関するこれまでの文献を基にシステムティックレビューを報告している。がん疼痛に対してオピオイド鎮痛薬を PCA を用いて静脈内あ

るいは皮下投与した研究を対象を絞って過去から 2016 年まで検索し条件にマッチした 50 編の論文について精査した結果、がん疼痛に対するオピオイド鎮痛薬の投与法として PCA は安全で有用であると結論している。術後鎮痛では危険性が指摘されていた PCA by proxy も緩和領域では特に小児において有用であるとの報告が多い<sup>31-34)</sup>。

### ③ がん疼痛における PCA の設定

実際のがん疼痛に対して PCA を使用する時にどのような設定にすればよいだろうか。まず元々経口薬などですでにオピオイド鎮痛薬を使用している場合は等換算を目安に注射薬に変更し、1 日の内服量に相当する量を持続静脈内あるいは皮下投与で開始する。レスキュー量（1 回投与量）はその 24 分の 1 である 1 時間あたりに入る量とし、ロックアウト時間は経験的に当院では 30 分としていることが多い。一方、オピオイド鎮痛薬を使ったことがない患者に注射薬から開始する場合には、薬剤に対する反応が未知数であるため、痛みの程度にもよるが少なめの量から開始して効果を見ながら徐々に増量していくことが多い。持続投与量やレスキュー量は、それまでのオピオイド鎮痛薬の使用量や痛みの程度からおよそ決まってくるが、経験的に決めていくロックアウト時間が問題である。前述したように術後鎮痛の場合には、多くの報告からオピオイド鎮痛薬の種類に関係なく 5～10 分程度に設定することが一般的である<sup>11)</sup>。しかし、がん疼痛の場合にはすでにより多くのオピオイド鎮痛薬がベースで投与されていることも多く、さらに全身状態が良くないことを考えると、術後鎮痛の場合より長めに設定の方が安全である。

ロックアウト時間を決める根拠は何だろうか。オピオイド鎮痛薬の効果部位は中枢神経系（CNS）であるため、血中濃度ではなく CNS 濃度が重要である。CNS 濃度がピークに達する前に次の投与を許すと、薬剤が蓄積する可能性がある。CNS 濃度がピークに達する時間、あるいは減少してくる時間で効果が不十分な場合に次の薬剤投与を可能とするのが妥当である。いずれにしても CNS 濃度の測定は困難である。各オピオイド鎮痛薬の薬物動態から予測した血中濃度シミュレーションを図 3 に示す。モルヒネ、フェンタニル、オキシコドンそれぞれ 1 mg/h、15 µg/h、1 mg/h で持続投与し、ロックアウト時間を 10 分、20 分、30 分に設定した時に、持続



LOI (Lockout interval) : ロックアウト時間、Cp : 血中濃度 (青線)、Ce : 効果部位濃度 (赤線)

図3 各オピオイド鎮痛薬の血中濃度シミュレーション

モルヒネ持続投与 1 mg/h、1 回投与量 1 mg、フェンタニル持続投与 15 µg/h、1 回投与量 15 µg、オキシコドン持続投与 1 mg/h、1 回投与量 1 mg で 0 分から開始。それぞれロックアウト時間を 10 分、20 分、30 分として、開始後 60 分まで 1 回投与を繰り返した時の血中濃度と効果部位濃度の予想推移を示している。

投与 60 分後まで 1 回投与 (1 時間量) をロックアウト時間に合わせて繰り返した時の血中濃度の予想推移である。まず血中濃度 (Cp) はどの薬剤も 1 回投与により急速に上昇し、次の 1 回投与までに急速に減少することがわかる。一方、CNS 濃度を表す効果部位濃度 (Ce) であるが、フェンタニルとオキシコドンはロックアウト時間を 10 分としても、次の 1 回投与までに減少に転じている。しかしモルヒネはロックアウト時間を 30 分としても次の 1 回投与までに Ce はピークに達しておらず、追加投与による Ce の蓄積効果が非常に顕著である。オピオイド鎮痛薬の効果は CNS での最大濃度の 80% 程度で発現すると言われている<sup>35,36)</sup>。1 回投与で CNS 濃度が 80% に達するまでの時間を relative onset、80% 以上の CNS 濃度が維持される時間を relative duration と呼ぶ (図 4)。モルヒネは 1 回投与で CNS 濃度が 6 分で最大濃度の 80% に達し、19 分で最大濃度に達するが、80% 以上の CNS 濃度を 96 分も維持しているため、あまり短いロックアウト時間では蓄積してくる可能性があり 30 分は妥当と考える。一方、フェンタニルは 1 回投与後 2 分で 80% に、4 分で最大濃度に達し、80% 以上を維持するのはわ

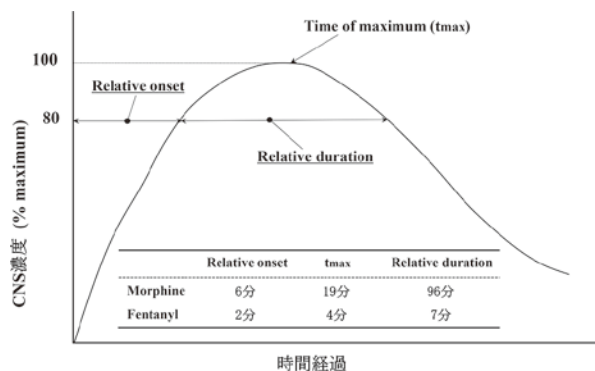


図4 オピオイド鎮痛薬の CNS 濃度の推移

Relative onset: オピオイド鎮痛薬を 1 回投与した時に最大血中濃度の 80% に到達するまでの時間

Relative duration: 最大血中濃度の 80% 以上を維持している時間

文献 35) より引用改変 (原典: 文献 36)

ずか 7 分であることを考えると、ロックアウト時間 10 分でもすでに効果が消失し始めている可能性があり 30 分は長すぎるかもしれない。術後患者と違い、がん患者は全身状態がかなり不良であることが多いため患者ごとに判断すべきであるが、あまり長いロックアウト時間を設定していると痛みに苦しむ時間を長引かせるだけであるため、一律に 30 分という設定は再考の余地がある。



## 6. 当院での実例

当院では残念ながらまだ PCA が基本的に浸透していない。がん疼痛緩和でオピオイド鎮痛薬を注射薬で投与する場合には、疼痛時にその都度看護師が呼ばれてレスキュー量を投与している。その中で PCA の重要性を感じた症例を提示する。

【症例】40 歳代、男性 下咽頭がん、肺転移

自宅で在宅医が経過を診ていたが、上記腫瘍から出血したため緊急入院となった。疼痛コントロール目的で耳鼻科から緩和ケアチームに介入依頼があった。入院まで鎮痛薬としてフェンタニル貼付薬 16 mg/日、メサドン 30 mg/日をベースに疼痛時はフェンタニル舌下錠をかなりの量で最大限に使用していた。その他にもデュロキシセチン 20 mg、ガバペンチン 1,200 mg、ミロガバリリン 30 mg、クロナゼパム 1 mg、カルバマゼピン 200 mg、アセトアミノフェン 1,600 mg、デキサメタゾン 8 mg など、考えられる鎮痛薬・鎮痛補助薬がすべて使われていた。入院時、疼痛強く内服困難な状態であったことと、メサドンが当院で使用不可であったことから、一旦注射薬にして必要量の滴定を行うこととした。フェンタニル貼付薬は 16 mg/日を継続とし、メサドン 30 mg/日分をオキシコドン注射薬に変更する計画とした。メサドンは他のオピオイド鎮痛薬との換算比が確立していないが、目安としてメサドン 30 mg/日は経口モルヒネ換算で 160～390 mg/日とされていることから、最大量の 390 mg/日を基にオキシコドン注射薬で少し増量ぎみに 240 mg/日から開始した。レスキュー量は 1 時間量、ロックアウト時間は 30 分 (PCA ではないため看護師にレスキューを要求した時に最終投与から 30 分以上経過していれば投与される) とした。患者は頭を抱えてもだえるように痛がっており、レスキュー投与後もあまり効果がなく、段階的に 288 mg/日まで増量し、さらに 30 分待てない状態だったためロックアウト時間を 20 分とした。痛みは徐々に落ち着き、適宜レスキューを使用することでコントロールできるようになった。自宅への退院が計画されたが、自宅では医療者による投与はできないことから、PCA を用いて患者自身でレスキューを投与することになる。PCA ポンプの使用方法を説明し、在宅医にも現状を伝えて継続いただくよう連携を図った。患者は PCA ポンプを持って無事に退院された。

このように激しい痛みで迅速な鎮痛の必要性が切迫している症例では、注射薬で一刻も早く鎮痛を図る必要がある。当院ではロックアウト時間として設定している時間も、実際にはナースコールで看護師を呼び、遅れて看護師が訪室した上で複数の看護師で確認しながら投与するという過程を経てようやくレスキューが投与されることになるため、患者の要求から実際に鎮痛薬が投与されるまでにかかなりのタイムラグがある。たとえ 30 分を 20 分に短縮したとしても不十分である。この症例も PCA であれば、より迅速に満足のいく鎮痛が図れた可能性がある。また、がん患者はコロナ禍で自宅退院を希望される症例が増えている。緩和ケア病棟でさえ面会制限している施設が多いため、残された時間を少しでも家族と一緒に過ごしたいという気持ちからである。がん患者ではこの症例のように注射薬で鎮痛を図っている症例は多く、注射薬を自宅でも継続使用するためには PCA は必須である。在宅医による管理が必要だが、PCA に助けられている患者は多い。

## 7. おわりに

PCA の基礎と臨床について、主に術後鎮痛領域での研究を基に解説した。さらにがん疼痛治療における PCA の役割について、当院での経験も踏まえて述べた。術後鎮痛においてはすでに多くの施設で PCA が普及しているものと思われる。しかし日々体調や痛みが変化するがん患者にこそ PCA は最適な鎮痛法である。体動などにより瞬時に激しい痛みが出現する突出痛に強い不安感を抱いている患者は多い。レスキュー薬を待つことなくすぐに投与できること、いつでも自分で鎮痛薬を使用できる安心感は、疼痛緩和に非常に有用である。さらに自宅で療養するがん患者にとって、医療者がいない環境でもオピオイド鎮痛薬の注射薬が使用できる PCA は、苦痛を緩和して自分らしい生活を自宅で継続する上で必須の鎮痛法である。

## 8. 謝 辞

血中濃度シミュレーションソフトウェアの提供と助言をいただいた広島大学大学院麻酔蘇生学講師の中村隆治先生に深謝申し上げます。

## 文 献

- 1) Tan Z, Dong Y, Li Q : Dynamics of Acute Postsurgi-

- cal Pain over the Last Decade: A Bibliometric Analysis. *Pain Res Manag* **2022** : 8090209, 2022
- 2) Turan A, Leung S, Bajracharya GR, Babazade R, Barnes T, Schacham YN, Mao G, Zimmerman N, Ruetzler K, Maheshwari K, Esa WAS, Sessler DI : Acute Postoperative Pain Is Associated With Myocardial Injury After Noncardiac Surgery. *Anesth Analg* **131** : 822-829, 2020
  - 3) Fiorelli S, Cioffi L, Menna C, Ibrahim M, De Blasi RA, Rendina EA, Rocco M, Massullo D : Chronic Pain After Lung Resection : Risk Factors, Neuropathic Pain, and Quality of Life. *J Pain Symptom Manage* **60** : 326-335, 2020
  - 4) American Society of Anesthesiologists Task Force on Acute Pain, M : Practice guidelines for acute pain management in the perioperative setting : an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Acute Pain Management. *Anesthesiology* **116** : 248-273, 2012
  - 5) O'Neill A, Lirk P : Multimodal Analgesia. *Anesthesiol Clin* **40** : 455-468, 2022
  - 6) Zylberberg HM, Woodrell C, Rustgi SD, Aronson A, Kessel E, Amin S, Lucas AL : Opioid Prescription Is Associated With Increased Survival in Older Adult Patients With Pancreatic Cancer in the United States : A Propensity Score Analysis. *JCO Oncol Pract* **18** : e659-e668, 2022
  - 7) Sechzer PH : Objective measurement of pain. *Anesthesiology* **29** : 209-210, 1968
  - 8) Sechzer PH : Studies in pain with the analgesic-demand system. *Anesth Analg* **50** : 1-10, 1971
  - 9) Evans JM, Rosen M, MacCarthy J, Hogg MI : Apparatus for patient-controlled administration of intravenous narcotics during labour. *Lancet* **1** : 17-18, 1976
  - 10) Austin KL, Stapleton JV, Mather LE : Relationship between blood meperidine concentrations and analgesic response : a preliminary report. *Anesthesiology* **53** : 460-466, 1980
  - 11) Grass JA : Patient-controlled analgesia. *Anesth Analg* **101** : S44-S61, 2005
  - 12) Chen WH, Liu K, Tan PH, Chia YY : Effects of postoperative background PCA morphine infusion on pain management and related side effects in patients undergoing abdominal hysterectomy. *J Clin Anesth* **23** : 124-129, 2011
  - 13) Dawson PJ, Libreri FC, Jones DJ, Libreri G, Bjorkstein AR, Royse CF : The efficacy of adding a continuous intravenous morphine infusion to patient-controlled analgesia (PCA) in abdominal surgery. *Anaesth Intensive Care* **23** : 453-458, 1995
  - 14) Doyle E, Robinson D, Morton NS : Comparison of patient-controlled analgesia with and without a background infusion after lower abdominal surgery in children. *Br J Anaesth* **71** : 670-673, 1993
  - 15) Parker RK, Holtmann B, White PF : Patient-controlled analgesia. Does a concurrent opioid infusion improve pain management after surgery? *JAMA* **266** : 1947-1952, 1991
  - 16) Smythe MA, Zak MB, O'Donnell MP, Schad RF, Dmuchowski CF : Patient-controlled analgesia versus patient-controlled analgesia plus continuous infusion after hip replacement surgery. *Ann Pharmacother* **30** : 224-227, 1996
  - 17) Hansen LA, Noyes MA, Lehman ME : Evaluation of patient-controlled analgesia (PCA) versus PCA plus continuous infusion in postoperative cancer patients. *J Pain Symptom Manage* **6** : 4-14, 1991
  - 18) 濱田 宏、安田季道、河本昌志 : 静脈内投与。PCA 患者自己調節鎮痛法。(Eds) 山蔭道明、山内正憲、克誠堂出版、東京、53-61, 2011
  - 19) 長田 理 : フェンタニルを用いた IV PCA。日本臨床麻酔学会誌 **30** : 23-28, 2010
  - 20) Owen H, Plummer JL, Armstrong I, Mather LE, Cousins MJ : Variables of patient-controlled analgesia. 1. Bolus size. *Anaesthesia* **44** : 7-10, 1989
  - 21) Macintyre PE : Safety and efficacy of patient-controlled analgesia. *Br J Anaesth* **87** : 36-46, 2001
  - 22) Ginsberg B, Gil KM, Muir M, Sullivan F, Williams DA, Glass PSA : The influence of lockout intervals and drug selection on patient-controlled analgesia following gynecological surgery. *Pain* **62** : 95-100, 1995
  - 23) Walder B, Schafer M, Henzi I, Tramer MR : Efficacy and safety of patient-controlled opioid analgesia for acute postoperative pain. A quantitative systematic review. *Acta Anaesthesiol Scand* **45** : 795-804, 2001
  - 24) Hudcova J, McNicol E, Quah C, Lau J, Carr DB : Patient controlled opioid analgesia versus conventional opioid analgesia for postoperative pain. *Cochrane Database Syst Rev* CD003348, 2006
  - 25) Hicks RW, Sikirica V, Nelson W, Schein JR, Cousins DD : Medication errors involving patient-controlled analgesia. *Am J Health Syst Pharm* **65** : 429-440, 2008
  - 26) Costigan SN : Malfunction of a disposable PCA device. *Anaesthesia* **49** : 352, 1994
  - 27) Christie L, Cranfield KA : A dangerous fault with a PCA pump. *Anaesthesia* **53** : 827, 1998
  - 28) Chisakuta AM : Nurse-call button on a patient-controlled analgesia pump? *Anaesthesia* **48** : 90, 1993
  - 29) McNicol ED, Ferguson MC, Hudcova J : Patient controlled opioid analgesia versus non-patient controlled opioid analgesia for postoperative pain. *Cochrane Database Syst Rev* CD003348, 2015
  - 30) Nijland L, Schmidt P, Frosch M, Wager J, Hubner-Mohler B, Drake R, Zernikow B : Subcutaneous or intravenous opioid administration by patient-controlled analgesia in cancer pain : a systematic literature review. *Support Care Cancer* **27** : 33-42, 2019
  - 31) Anghelescu DL, Burgoyne LL, Oakes LL, Wallace



- DA : The safety of patient-controlled analgesia by proxy in pediatric oncology patients. *Anesth Analg* **101** : 1623-1627, 2005
- 32) Anghelescu DL, Faughnan LG, Oakes LL, Windsor KB, Pei D, Burgoyne LL : Parent-controlled PCA for pain management in pediatric oncology : is it safe? *J Pediatr Hematol Oncol* **34** : 416-420, 2012
- 33) Anghelescu DL, Zhang K, Faughnan LG, Pei D : The Safety and Effectiveness of Patient-controlled Analgesia in Outpatient Children and Young Adults With Cancer : A Retrospective Study. *J Pediatr Hematol Oncol* **37** : 378-382, 2015
- 34) Mherekumombe MF, Collins JJ : Patient-controlled analgesia for children at home. *J Pain Symptom Manage* **49** : 923-927, 2015
- 35) 橋口さおり : 術後 IV-PCA の実際。日本臨床麻酔学会誌 **30** : 860-867, 2010
- 36) Upton RN, Semple TJ, Macintyre PE : Pharmacokinetic optimisation of opioid treatment in acute pain therapy. *Clin Pharmacokinet* **33** : 225-244, 1997