

新戦略に基づく
麻酔・周術期医学

麻酔科医のための 周術期の疼痛管理

専門編集●川真田樹人 信州大学

監修●森田 潔 岡山大学

編集委員●川真田樹人 信州大学

廣田 和美 弘前大学

横山 正尚 高知大学

Advanced Approach to
Anesthesia and
Perioperative Medicine

中山書店

序

1846年にMortonがエーテルによる全身麻酔を行って以来、麻酔科学は手術の痛みからの解放を基本課題としながら発展してきました。手術の痛みとは、術中の手術侵襲による痛みだけでなく、術前からの原疾患や併存疾患による痛み、術後痛、術後の創処置、各種ドレーンなどに由来する痛みなど、周術期におけるすべての痛みを包括しています。このような周術期の痛みの中で、これまで術後痛／術後鎮痛は独立したテーマとして取り上げられ、数多くの教科書が出版されてきました。しかし、手術患者は周術期の痛みを、術前、術中、術後にかけての連続した痛みとして体験しており、術前痛、術中痛、術後痛という独立した痛みが存在している訳ではありません。したがって、これからの麻酔科学においては、手術に伴う痛みを術前から術後へと繋がる周術期の一連の痛みとして捉え、手術患者の「周術期痛」からの解放を目指した視点が重要と考えます。

そこで《新戦略に基づく麻酔・周術期医学》シリーズでの本書のタイトルを、『術後の疼痛管理』ではなく、『周術期の疼痛管理』とさせていただきました。手術患者が術中に痛みを感じているのか、いないのか——すなわち、痛みに伴う神経系の変化が生じているのか、いないのか——について、私たち麻酔科医ははまだ明確な答えをもっていません。そして、麻酔から覚醒した患者が体験する、ズキズキ、ジンジン、ピリピリ、火照って、締め付けられて、絞られて……といった、言葉では区別できるさまざまな種類の痛みがどのような神経系の興奮で発生しているのか、その生理学的基盤についても不明です。このように周術期の痛みは、痛みの専門家にとっても未解明の問題を多く含んでいます。

しかし本書では、周術期に患者が体験するさまざまな痛みの原因や治療方法を、痛みの専門医としてではなく、麻酔科医としてどのように捉え治療していくかに主眼をおきました。そこで、周術期の痛みによる生体系の反応や、エビデンスを基盤とした鎮痛法や鎮痛薬、将来目指すべき治療の方向性など、周術期管理としての痛みに関連する事項を網羅しました。幸い、麻酔科医として周術期の痛みに造詣の深い第一線の執筆者を迎えることができたため、本書は専門医から研修医まで、読者のすべてに理解しやすく、かつ実践的な内容となりました。

本書を通して周術期鎮痛に取り組む麻酔科医が、一人でも増えることを願っています。

2014年1月

信州大学医学部麻酔蘇生学講座

川真田樹人

CONTENTS

1章 周術期疼痛管理の現在の動向

1-1 周術期疼痛管理の現在の動向 井上莊一郎 2

- ① 術後鎮痛法の変遷 2／② 周術期医療の最近の動向 4／③ 術後鎮痛の最近の動向から目標を考える 5／④ 新たな術後鎮痛の中心的な概念：多様式鎮痛法 6／⑤ 多様式鎮痛法において注目される鎮痛法，鎮痛薬 7／⑥ 術後鎮痛のもう一つの方向性：慢性痛の予防 10

2章 手術に関連する痛みとは

2-1 手術侵襲による痛み 小幡英章，齋藤 繁 14

- ① 手術侵襲による痛みとは 14／② 侵害受容性疼痛と痛みの伝達 14／③ 炎症性疼痛と末梢性感作 16／④ 中枢性感作 17／⑤ 内因性の痛み抑制機構 18／⑥ 手術侵襲による痛みの機序から考える術後鎮痛法 20

Column 脊髄後角におけるグリアの活性化 18

2-2 術後痛：創治癒過程の痛み 長谷川麻衣子，上村裕一 22

- ① 術後痛の痛みの種類 22／② 手術部位と痛みの強さ 22／③ 創傷治癒の過程 22／④ 術後痛のメカニズム 23／⑤ 先行鎮痛は有効か？：炎症性侵害受容性疼痛予防の見地から 26

Topics 遺伝子多型と術後痛との関連 25

Column マクロファージの極性と疼痛・創傷治癒 26

2-3 遷延性術後痛 柴田政彦 29

- ① 痛みの慢性化 29／② 遷延性術後痛についての考え方の変化 30／③ 遷延性術後痛の発生のリスク評価 32／④ 遷延性術後痛発症の高リスク患者に対する予防法 32／⑤ 遷延性術後痛の治療 33

3章 周術期の痛みを評価する

3-1 術前からの痛みの評価 濱口眞輔，永尾 勝 36

- ① 術前からの痛みを評価する意義 36／② 視覚的なスケールを用いた痛みの評価法 36／③ 言葉による痛みの評価法 38／④ 特殊な環境下にある患者の術前からの痛みの評価 40／⑤ 機器を用いた痛みの評価 40

Column 視覚的スケール，言動・行動による方法以外の痛みの評価法 39

3-2 術中の侵害刺激と手術侵襲の評価萩平 哲 44

- ① 術中の侵害刺激にはどのようなものがあるか 44／② 侵害入力とその応答のメカニズム 44／③ 侵害入力と麻酔薬、鎮痛薬 45／④ 侵害刺激の評価法 47

Column BIS 値の変動幅を鎮痛のモニターとする試み 50

3-3 術後の痛みの評価加藤 実 53

- ① 手術後の痛みを評価する目的 53／② 痛みの強さに対する視覚的スケールによる評価 53／③ 痛みの強さに対する口頭式評価スケールによる評価 55／④ 痛みの強さに対する表情・態度からの評価 55／⑤ 痛みの性質に対する言葉による評価法 56／⑥ 術後痛の評価に用いられる他の評価法 56／⑦ 新しい痛みの評価指標 56

Column 手術後の痛みを評価する際の留意点 53

4章 周術期疼痛の有害作用

4-1 循環系への作用青木優太, 山崎光章 60

- ① 周術期疼痛と循環系への有害作用：合併症、死亡率 60／② 周術期疼痛による循環動態への影響 60／③ 周術期疼痛による不整脈 60／④ 周術期疼痛による心筋虚血 61／⑤ 周術期疼痛による凝固・線溶系の障害 62／⑥ 手術後の硬膜外鎮痛による循環系への作用 62

Column 術後心房細動の予防法について 62

4-2 痛みと呼吸の相互作用孫 慶淑, 磯野史朗 65

- ① 呼吸の調節 65／② 痛みと呼吸調節 69／③ 鎮痛による呼吸機能変化とその臨床的意義 70

Column 術後呼吸管理の原則 72

Topics 麻薬感受性が高いとされる閉塞性睡眠時無呼吸患者 73

4-3 内分泌・代謝系への作用江木盛時 75

- ① 周術期疼痛が恒常性に与える影響 75／② 周術期疼痛によって生じる内分泌系の変化 75／③ 周術期疼痛による内分泌系の変化によって生じる代謝反応 77

4-4 交感・副交感神経機能への作用石田祐基, 西脇公俊 82

- ① 正常時における交感・副交感神経の機能 82／② 組織損傷時の交感神経と疼痛 83

4-5 消化器系・泌尿器系への作用村川雅洋 87

- ① 消化器系に対する周術期疼痛の作用 87／② 泌尿器系に対する周術期疼痛の作用 90

4-6 中枢神経系への作用宮下亮一, 内野博之 93

- ① 痛みの脳内メカニズム 93／② 痛みの情動・心理面への影響 94／③ 痛みの睡眠への影響 95／④ 痛みの記憶への影響 97

Topics アルツハイマー病と神経炎症 99

4-7 免疫系への作用 河野 崇, 横山正尚 101

① 免疫系の概要 101 / ② 周術期の免疫機能 103 / ③ 周術期疼痛と免疫機能 106 / ④ 周術期疼痛管理と免疫機能 107

Topics inflammatory reflex 107

Column オピオイドによる免疫抑制の機序 108

5章 周術期疼痛管理の実際

5-1 心臓外科手術における周術期疼痛管理 鈴木麻葉, 岡本浩嗣 112

① 術後痛の原因による分類 112 / ② 術後痛の治療 113 / ③ 慢性痛への移行 120

Column COX-2 阻害薬における心血管リスク 114

Topics NSAIDs と心血管リスク：心臓外科手術周術期の NSAIDs 使用の是非 115

5-2 呼吸器外科手術における周術期疼痛管理 … 住谷昌彦, 山内英子, 山田芳嗣 122

① 開胸術後痛の手術因子 122 / ② 開胸術後痛に対する区域麻酔の意義 123 / ③ 傍脊椎ブロックの手法 123 / ④ 開胸術後痛に対する薬物療法 124 / ⑤ 慢性開胸術後痛 127

5-3 上腹部手術における周術期疼痛管理 杖下隆哉 129

① 上腹部手術の特徴 129 / ② 上腹部手術後の鎮痛法 129

Column エコーガイドは簡単？ 134

5-4 下腹部手術における周術期疼痛管理 坂口嘉郎 138

① 下腹部手術後の痛みの特徴 138 / ② 術後鎮痛法 141

Column 単孔式内視鏡手術は痛みが少ない？ 140

5-5 整形外科手術における周術期疼痛管理 瓜本言哉, 鈴木利保 147

① 整形外科手術患者の疼痛管理における特徴, 問題点 147 / ② 周術期ごとの疼痛管理 148 / ③ 手術部位別の疼痛管理 152

Column 斜角筋間ブロックにおける平行法, 交差法の選択について 153

5-6 小児の周術期疼痛管理 山本信一 156

① 小児の鎮痛を取り巻く背景 156 / ② 痛みの評価 157 / ③ 多様式鎮痛法 (multimodal analgesia) に基づく鎮痛戦略 158 / ④ 年齢に基づく鎮痛戦略 159 / ⑤ 区域麻酔法の実際 160 / ⑥ 局所麻酔薬以外の薬物 161

5-7 産科における周術期疼痛管理 照井克生 165

① 帝王切開術中の疼痛管理 165 / ② 帝王切開術後疼痛管理 167 / ③ 妊娠中の手術の術後疼痛管理 170

Column 脊髄くも膜下麻酔での局所麻酔薬の広がりに影響する因子 165

5-8 高齢者の周術期疼痛管理 西村友美, 川口昌彦 172

① 高齢者の疼痛管理における特徴 172 / ② 高齢者の周術期疼痛評価 173 / ③ 高齢者の疼痛管理で主に使用する薬物 174 / ④ 術後疼痛管理の方法 175

6-1 オピオイドの全身投与 山口重樹, 池田知史 180

- ① オピオイド鎮痛薬 180 / ② 周術期に使用されるオピオイド鎮痛薬 181 / ③ 手術中のオピオイド鎮痛薬（レミフェンタニル）投与の実際 187 / ④ 術後痛のオピオイド鎮痛薬投与の実際 188

Column オピオイド鎮痛薬の有用性を発見した投与ミス “give ten” 182

Column レミフェンタニル使用後のシバリングと対処法 185

Column オピオイド鎮痛薬の急性耐性と痛覚過敏 186

6-2 消炎鎮痛薬, COX-2 阻害薬, アセトアミノフェン … 中村清哉, 須加原一博 190

- ① 消炎鎮痛薬 190 / ② COX-2 阻害薬 192 / ③ アセトアミノフェン 193

Column アスピリンの抗血小板作用と術前休薬 191

6-3 術後痛に有効なその他の薬物 西川精宣 195

- ① ケタミン 195 / ② ترامドール 196 / ③ α_2 アゴニスト 198 / ④ カルシウムチャンネル $\alpha_2\delta$ サブユニット遮断薬 199

Column ترامドールによるセロトニン症候群 198

6-4 今後臨床応用が期待される薬物 廣瀬宗孝 203

- ① 周術期疼痛のメカニズムと新規鎮痛薬のターゲット 203 / ② ターゲットとなる化学物質とその受容体 203

Topics 抗 NGF 抗体の治験 205

Column 周術期の疼痛管理の難しさ 208

6-5 患者自己調節鎮痛 (PCA) と IV-PCA 徐 民恵, 祖父江和哉 210

- ① IV-PCA とは 210 / ② 使用薬物 210 / ③ 使用ポンプ 211 / ④ IV-PCA の実際 212 / ⑤ 副作用 213 / ⑥ 安全なシステムの確立 214

Column 大学病院での IV-PCA システム普及法 213

6-6 硬膜外鎮痛と硬膜外 PCA 佐藤哲文, 中塚秀輝 216

- ① 硬膜外鎮痛法の利点と適応 216 / ② 硬膜外鎮痛法の欠点と禁忌 216 / ③ カテーテル留置部位 217 / ④ 鎮痛薬の選択 217 / ⑤ 患者自己調節硬膜外鎮痛法 (PCEA) 219 / ⑥ 副作用 222

Topics ディスポーザブル PCA 221

6-7 脊髄くも膜下硬膜外併用麻酔と脊髄くも膜下鎮痛

単独 杉山陽子, 飯田宏樹 225

- ① 脊髄くも膜下硬膜外併用麻酔 (CSEA) 225 / ② 脊髄くも膜下鎮痛単独: オピオイドのくも膜下投与 228

Tips 分娩時鎮痛の使用例 227

6-8 末梢神経ブロック 北山眞任, 廣田知美 234

- ① 周術期疼痛管理における役割 234 / ② 頭頸部手術 234 / ③ 上肢手術 235 / ④ 下肢手術 237 / ⑤ 体幹部ブロック 241

7章 病室以外での疼痛対策

7-1 ICU における疼痛管理 森崎 浩, 鈴木武志 248

① ICU における痛みの頻度と影響 248 / ② ICU における疼痛評価 249 / ③ ICU における鎮痛手段 250 / ④ ICU における疼痛管理の実際 254

Column 周術期における硬膜外麻酔による疼痛管理は、患者予後を変えられるか？ 251

Column 人工呼吸管理における鎮静は、“sedative-hypnotic-based sedation”か？
“analgesia-first sedation”か？ 255

7-2 ER における疼痛管理 成松英智, 新谷知久 257

① ER における鎮痛の必要性 257 / ② 鎮痛が病態診断に与える影響 258 / ③ ER における鎮痛 259 / ④ ER における病態別鎮痛法 263

Column 重症救急患者に対する鎮痛時の注意点 258

7-3 検査室における麻酔・鎮静管理 武田敏宏, 白神豪太郎 266

① 検査室での麻酔・鎮静の適応 266 / ② 検査室の検査 / 処置での注意点 266 /
③ 検査 / 処置前計画 268 / ④ 検査室での鎮静管理 269 / ⑤ 麻酔・鎮静後管理 273

8章 周術期管理として取り組む疼痛対策

8-1 Acute Pain Service としての取り組み 濱田 宏, 河本昌志 276

① Acute Pain Service (APS) とは 276 / ② チーム構成と各メンバーの役割 276 / ③ APS の業務の流れ 278 / ④ APS を立ち上げるために必要なこと 280 / ⑤ APS を安全に実践するために 281

Column 手術室看護師こそ APS には適任 277

Column 麻酔科・ペインクリニック科の連携による切れ目のない術後鎮痛 280

Column 広島大学病院が APS を立ち上げた経緯 281

8-2 周術期管理チームとしての取り組み 佐藤健治 283

① 周術期管理チームとは 283 / ② 急性痛サービス (Acute Pain Service) チーム 283 / ③ 目標志向型周術期管理における術後疼痛管理 285 / ④ 周術期管理チームで取り組む術後疼痛管理 286

Column 術後疼痛管理に求められるもの 286

8-3 遷延性術後痛に対するペインクリニック外来の

取り組み 田中 聡, 川真田樹人 291

① 遷延性術後痛 291 / ② 遷延性術後痛は麻酔科 / ペインクリニック科の診療対象である 292 / ③ 術後痛の原因 293 / ④ これまでの術後痛治療の問題点 294 / ⑤ 遷延性術後痛に対する当科の取り組み 294 / ⑥ 遷延性術後痛の防止法・治療法 296

Column 麻酔科・ペインクリニック科の連携による切れ目のない術後鎮痛 295

索引 299

3-1

術前からの痛みの評価

術前から継続する痛みの評価は術後痛の評価や手術の成否の判定に有用

① 術前からの痛みを評価する意義

- 術前の痛み、とくに手術の対象となる原疾患による痛みは、手術適応の有無の判断や手術の緊急性を判定する根拠となりうる。術前からの痛みを訴える疾患は外傷性疾患、腹部内臓器によるもの、心血管系疾患、神経筋疾患、骨疾患などがある¹⁾。
- これらの疾患では、まず急性痛、慢性痛、慢性痛の急性増悪などに関して評価し、診察が可能であれば安静時痛、運動時痛（他動・自動）、触圧痛、疾患によっては放散痛などの有無を確認したうえで、麻酔科医として緊急性を検討する。
- さらに、術前からの痛みは術後痛の修飾因子となりうるため、術前の痛みは原因が解明しており、なおかつ鎮痛処置を行ってよい状況にあれば積極的に行うべきである。
- 椎間板ヘルニアなどの脊椎疾患では術前から安静時痛と体動時痛についてスケールなどを用いた痛みを評価すれば、その評価は術後の治療効果の判定にも用いることができる。ただし、手術直後は手術侵襲による創部痛の要素が加わることを考慮する。
- 交感神経ブロックを施行する場合には、ブロックの前後で痛みを評価し、痛みが消失した場合には交感神経依存性、ブロックで痛みが軽減しない場合には交感神経非依存性である可能性が示唆され、交感神経非依存性痛の場合には他の治療法を検討する。
- 痛みは患者の内的経験であるので外部から正確に評価することは困難だが²⁾、術前からの痛みを正しく評価し、経時的に記録することで痛みの推移を観察でき、術後痛の評価や手術の成否の判定に有用である³⁾。
- 一般的な痛みの評価法には“視覚的スケールを用いた方法”と“言葉を用いた方法”があり、両者とも簡便かつ量的な痛みの評価が可能である。

② 視覚的なスケールを用いた痛みの評価法

- VAS, NRS, Face Scale, FVASなどは数字、絵などの視覚的なスケールを用いた痛みの評価法である。これらの評価法は簡便かつ一般的であり、外来や病棟などでも実施することが可能である。

a. visual analog scale (VAS)

- VASは臨床で最も頻用されている「視覚的目盛」を用いた痛みの評価であり、1948年にKeelによって記載された“simple descriptive pain scale”が

▶VAS :
visual analog scale

▶NRS :
numerical rating scale

▶FVAS :
Face Visual Analog
Scale

VASは「痛み強度」を直感的に表現できる

現在の VAS の基本と考えられる⁴⁾ (図 1)。

- VAS は直線上に痛みを投射させることで「痛み強度」を直感的に表現できることが特徴である。痛みのない状態を 0 mm, 想像しうる最も強い痛みを 100 mm として、痛みを伝えるのに適した目盛上の部位を選ばせ、その部位に対応した数値をもって痛みの強度を評価する⁵⁾。スケールは 100 mm の線が好んで使用され、VAS で 30 mm 以上痛みがある場合には「中等度の痛みがある」と評価する⁶⁾。痛みが VAS で 20 mm 以上変化した場合に有意な変化と判断され、痛みが VAS で 40 mm 以上変化した場合には治療が著効したと判断できる。
- VAS はすみやかに施行できるうえに感度が高く、再現性もあり、しびれの判定にも応用できるといった多くの利点を有している。一方で、VAS は好みの数字を選択するという心理的影響が介入しないために計量心理学的に有用だが、スケール背景の配色、水平と垂直の記載の違いや文化的背景が評価に影響することがある^{7,8)}。また、本法が理解できない患者、視力障害のある患者には施行できず、痛みが増強して VAS で 100 mm 以上となる患者 (scale out)^{★1} では評価ができない⁹⁾。

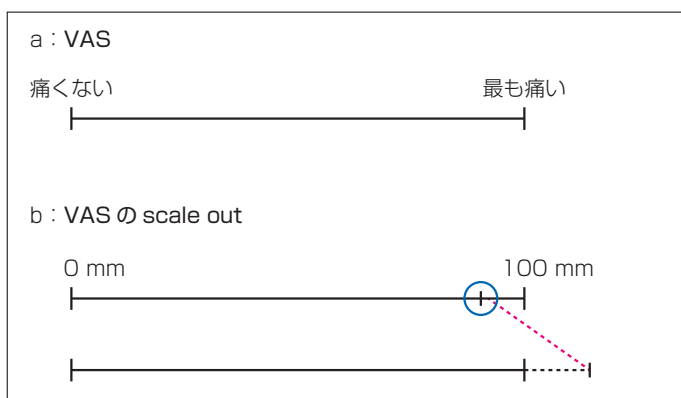


図 1 visual analog scale (VAS)

- a: 臨床で最も頻用されている。直線上に痛みを投影させることで痛み強度を表現する。
- b: VAS の scale out. 1 回目に痛みが 100 mm であった場合、その後に痛みが増強すると VAS で 100 mm 以上となる。
(Keel KD. Lancet 1948; 252: 6-8⁴⁾より)

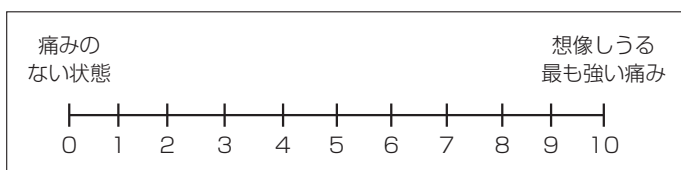


図 2 numerical rating scale (NRS)

- 痛み日記などに使われていることが多い。11 段階のペインスコアから痛みの強さを選択する。
(Downie WW, et al. Ann Rheum Dis 1978; 37: 378-81⁶⁾より)

b. numerical rating scale (NRS)¹⁰⁾

- 直線上に 0 から 10 までの 11 段階の目盛と数値が記入されているスケールを用いて、痛みのない状態を 0, 想像しうる最も強い痛みを 10 のスコア (ペインスコア) の中から選択して、痛みの強さをスケール上で表現する方法である (図 2)。
- NRS は VAS に類似しているが、直感的に数字を選択するために、数値に対する好み結果に影響を及ぼす可能性があり、VAS よりも心理的な影響を受けやすいことが欠点としてあげられている。
- NRS は痛み日記などの記載に取り込まれていることが多い。

痛みが VAS で 20 mm 以上変化した場合に有意な変化

痛みが VAS で 40 mm 以上変化した場合には治療が著効

★1 scale out

1 回目に痛みが VAS で 100 mm であった場合、その後に痛みが増強すると痛みは VAS で 100 mm 以上となる。この現象を scale out といい、VAS は計量心理学的に有用であると評価されている一方で、scale out があるために統計学的パラメトリック検定が困難であると考えられている (図 1b)。

NRS は VAS よりも心理的な影響を受けやすい

図3 Wong-Baker Face Scale

小児や高齢者に頻用される。患者の気分にも最も合致する表情を選ばせる。痛みを量的に評価することができる。
(Wong DL, et al. Pediatr Nurs 1988; 14: 9-17¹¹⁾より)



★2 Wong-Baker Face Scale

日本における Wong-Baker Face Scale の多文化的研究ではその再現性は確認されているが、Face Scale の構成概念に関する妥当性に関しては、「過去に体験した痛みに伴う体験を思い出す」という調査方法に限界があったために支持されず、特に3～7歳児に Face Scale のみで痛みを評価することは困難であった¹²⁾。

視覚的スケールを用いた痛みの評価法は発語が困難な状態にあっても施行できる

▶VRS :
Verbal Rating Scale

▶VDS :
Verbal Description Scale

▶PRS :
Pain Relief Score

c. Face Scale, Face Visual Analog Scale (FVAS)

- VAS と同様に頻用される評価法であり、Wong ら¹¹⁾による“Wong-Baker Face Scale”が多く使用されている (図3)。笑顔から泣き顔までの顔を書いたスケールを用いて患者の気分にも最も合致する表情の一つを選ばせることで痛みを量的に評価できる。
- Face Scale は小児や高齢者の痛みの評価に頻用され^{★2}、VAS による評価との相関は高いが、被験者の感情が含まれやすいという欠点も有している。
- スケールの片面に記した Face Scale で痛みの程度を確認し、それを裏面に記した 100 mm の定規で数値化するという Face Scale と VAS の両者を合わせた FVAS も使用されている。

d. 視覚的なスケールを用いた痛みの評価法の有用性と問題点

- 視覚的スケールを用いた痛みの評価法は術前の痛みの評価に加えて、術後に発語が困難な状態にあっても継続できる点が利点としてあげられる。しかし、術後で視認することが困難な場合や上肢の運動障害による指示困難がある場合には本評価法は使用できない。さらに、手術によって加わった新たな痛みを患者が痛みを術前からの痛みと術後痛とを区別して評価できるかは身体・精神状態によって異なり、NRS や Face Scale などは術後の患者の心理的变化を考慮して評価しなければならない。

3 言葉による痛みの評価法

- Word Scale, VRS, VDS, Number Scale, PRS は言葉による痛みの評価法であり、本法も視覚的スケールを用いた評価法と同様に簡便に痛みの量的な評価を外来や病棟などでも実施できる。

a. Word Scale

- 痛みを伝えるのに適した言葉を選択する評価法で、痛みの軽いものから強いものの5段階の中で自身の感じる痛みを表現するのに最も適する言葉を選ばせる。
- 痛みなし、軽度の痛み、中等度の痛み、重度の痛み、考えられる最も強い痛み、などと表現することが多い。

b. Verbal Rating Scale (VRS), Verbal Description Scale (VDS)

- あらかじめ定めた痛みの強さのスコアを口頭で伝える評価法であり、一般に、0：痛みなし、1：少し痛い、2：かなり痛い、3：耐えられないほど痛い、の4段階で評価を行う。

c. Number Scale

- Number Scale は痛みの程度を数値化し、口頭で伝える評価法である。治療前の痛み、あるいは今まで経験した最高の痛みを10、痛みがない状態を0とし、痛みを伝えるのに最も適した数字を選択させる。本法の点数はいわゆる「ペインスコア」であり、日常臨床で一般的に頻用される「ペインスコアによる評価」は本法による。

d. Pain Relief Score (PRS)

- PRS¹³⁾ は治療効果の判定に使用される評価法であり、治療開始前の痛みを10点、痛みなしを0点としてNRSやNumber Scaleに準じた11段階の評価で治療経過中の痛みの程度を評価し、治療の効果を確認する手段である。本法の点数も「ペインスコア」であるため、Number Scaleと同様に日常臨床で頻用される方法である。

e. 言葉による痛みの評価法の有用性と問題点

- 言葉による痛みの評価法は、術後で視認することが困難な場合や上肢の運動障害による指示困難な場合にも継続できる点で視覚的スケールを用いた痛みの評価法よりも優れているが、術後に発語が困難な場合には施行できない。Word Scale, VRS, VDSやNumber Scaleも術後の患者の心理的変化を考慮して評価しなければならない。

言葉による痛みの評価法は視認困難な患者や上肢運動障害の患者に施行できる

Column

視覚的スケール、言語・行動による方法以外の痛みの評価法

痛みの評価法は、視覚的スケールや言語、行動による方法以外に質問紙法がある。

McGill Pain Questionnaire (MPQ) (=マクギル(マギル)の疼痛質問表)¹⁴⁾は、痛みを表現する感覚、情動などの102種類の言葉から患者の選択した言葉を総ランク数、選択した言葉の数、痛みの程度について分析する質的、量的の多様性をもった総合的質問紙法である。MPQ日本語版は信頼性と妥当性があることが確認されてお

り、痛みの質的評価に重点をおいて作成された簡易なShort-Form MPQ (SF-MPQ)は、迅速かつ簡便な総合評価が可能である。

Roland-Morris Disability Questionnaire (RMDQ)¹⁵⁾は腰痛患者の疾患特異的な評価法であり、計量心理学的にも有用性が認められている。本法の日本語版¹⁶⁾は日本人の腰痛患者の疾患特異的な評価方法として十分な信頼性があり、整形外科医との情報交換に有用な手段である。

表 1 Behavioral Pain Scale (BPS)

項目	説明	スコア
表情	穏やか	1
	一部硬い	2
	まったく硬い	3
	しかめ面	4
上肢	まったく動かない	1
	一部曲げている	2
	指を曲げて完全に曲げている	3
	ずっと引っ込めている	4
呼吸器との同調性	同調している	1
	時に咳嗽	2
	呼吸器とファイティング	3
	呼吸器の調節がきかない	4

(Hansen-Flaschen J, et al. Crit Care Med 1994; 22: 732–33¹⁸⁾/Robieux I, et al. J Pediatr 1991; 118: 971–3¹⁹⁾より)

PHPS は術後の安静時痛と体動時痛などを総合的に評価する

安静時痛と体動時痛を VAS などで評価することで PHPS の代用が可能

術前より術後の BPS が高い場合は、手術による痛みの増強である可能性が高い

痛みの部位はサーモグラフィで高温域または低温域で示される

4 特殊な環境下にある患者の術前からの痛みの評価

a. Prince Henry Pain Scale (PHPS)¹⁷⁾

- 術後の安静時痛 (pain at rest) と体動時痛 (pain on movement) などを総合的に評価する方法であり、0: 咳をして痛まない, 1: 咳をすると痛むが、深呼吸では痛まない, 2: 深呼吸をすると痛むが、安静にしていれば痛まない, 3: 多少安静時痛はあるが、鎮痛薬は必要でない, 4: 安静時痛があり、鎮痛薬が必要である、の 5 段階に分けて患者の術後痛に関して評価をする。
- 術後の安静時痛と体動時痛の各々を前述の VAS や VRS, VDS, Number Scale (ペインスコア) を用いて評価することで PHPS の代用は可能であり、術前から連続した痛みの変動を評価できるが、PHPS では胸部や上腹部術後の呼吸による痛みが評価項目となることに留意する必要がある。

b. Behavioral Pain Scale (BPS)^{18, 19)}

- 表情、上肢の動き、人工呼吸器との同調性という 3 項目について、4 点ずつスコアをつける評価法であり、集中治療室などで会話や意思疎通のできない患者の痛みの評価に用いられている (表 1)。点数が高いほど鎮痛処置が必要になると考えられており、術前の BPS と比較して術後の BPS が高い場合には、手術による痛みの増強である可能性が高い。

5 機器を用いた痛みの評価

a. サーモグラフィ

- サーモグラフィ (図 4) は生体が放射している赤外線エネルギーを集光レンズで収束し、増幅と変換の処理を経て温度分布の画像として表示する検査法である^{20, 21)}。筋組織から熱産生が起きない 20~30℃ の環境温下では、皮膚温は交感神経で調節されている皮膚血流に依存している。そのため、サーモグラフィは 20~30℃ の環境温下では自律神経機能を検査していることになる。皮膚温は原則として左右対称性であるため、健側と患側の皮膚温を比較することで痛みの部位の局在診断や病態の推移の判定が可能である。一般に、正常部位や前回の測定値との比較で 0.2℃ 以上の差がみられた場合に有意差ありと判定できる²²⁾。
- サーモグラフィは痛みによる生理的な変化と関連した体表温の変化を客観的



図4 サーマグラフ計測器（資料提供：日本光電工業株式会社）

- a：一般的なサーモグラフ計測器。近年は小型化されたものも開発されている。
 b：サーモグラフ計測器で得られた健常人正常手掌の画像。中心温度や温度階層を調整できる。
 （平野勝介．ペインクリニック 1992；13：677-81^{20）} / 濱口眞輔．ペインクリニック 2008；29：1613-23^{21）}より）

に診断でき、痛みの部位は高温域または低温域で示される。

- サーマグラフィは非侵襲的で検査時間も短く、取り扱いが簡単で検査室以外でも測定可能である。また、身体に影響を及ぼさないために反復検査が可能であり、術前から術後までの痛みの変化を評価することができる。しかし、測定結果は測定時の体内環境、外的環境や体調などによって常に異なるため、正常値や基準値は存在せず、術後の発熱や術中の末梢循環異常が本評価法に影響を及ぼす可能性は高い²³⁾。

b. 電流知覚閾値（CPT）測定機器

- 皮膚に与えられた電流によって知覚を感じる最小電流値を電流知覚閾値（current perception threshold：CPT）といい、CPTの低値は神経過敏状態を、CPTの高値は知覚低下または感覚鈍麻を表すことが知られている。CPT測定は皮膚の厚さや体温などの影響を受けずに再現性をもって障害の程度を定量化できるので、痛みの量的評価に使用される。現在、CPTを検査する装置としてNeurometer[®]とPain VisionTMが使用されている。

■ Neurometer[®]

- Neurometer[®]は定量的、電気生理学的かつ神経選択的な電流知覚検査を行うことができ、CPTや痛み耐性閾値（PTT）の測定に用いる²⁴⁾。本検査法は非侵襲的で客観的に知覚異常を測定でき、神経線維表面のイオンチャネル量が神経の太さで異なることを利用してA β 、A δ 、C線維を区別することも可能である。2,000 Hzの刺激でA β 線維、250 Hzの刺激でA δ 線維、5 Hzの刺激でC線維、と刺激する電流の周波数を変えることで痛みに関与する神経の種類を推測することができる。
- 本機器を用いた周術期の痛みの評価は一般的には施行されていない。

▶ PTT：
pain tolerance threshold

5.6

小児の周術期疼痛管理

① 小児の鎮痛を取り巻く背景

a. 小児の鎮痛を妨げてきた misconception^{1,2)}

- 「新生児，小児は痛みを感じない，成人より痛みで苦しむことは少ない」という「神話」があった。
- 痛みの評価法が小児では確立していなかった。
- 薬剤の投与方法や用量の戦略についての知見が乏しい。
- 鎮痛薬による呼吸抑制や副作用の恐れ。
- 小児患者に適切な鎮痛を提供するには，多くの時間と労力がかかると信じられてきた。

b. 新生児，乳児の痛み

- 新生児だけではなく胎児も痛みを感じ，痛みの記憶がある^{3,4)}。
- 生後2週間以前では，C線維と後角ニューロンの接続が十分に成熟していない。しかし，侵害刺激が後角に伝わると大量のサブスタンスPが産生され，長時間持続する反応を引き起こす。
- 繰り返す侵害皮膚刺激にさらされた低出生体重児では，末梢侵害性受容体および後角ニューロンのレベルで感作が起こる。NMDA受容体が過剰に刺激され，発育中のニューロンに毒性損傷が起こる。
- 新生児期に反復する侵害刺激を受けると，成長後の痛みの感受性に影響する⁵⁻⁷⁾。

c. 鎮痛管理の必要性

- 本人の苦痛，家族の不安を取り除き，QOLを早期に回復させるため，術後鎮痛が必要である。
- 適切な術後鎮痛により，ストレスを軽減し，術後合併症を減少させ，死亡率を低下させる。乳幼児，小児（思春期を含む）への発達段階に応じた術後疼痛管理の必要性は，ASA2012のガイドライン⁸⁾にも掲載されている。
- 術後疼痛が，遷延性術後痛や難治性疼痛に移行する，あるいは成人より移行しやすいかどうかについては，現時点では確たるエビデンスはない。

d. 区域麻酔のエビデンスの増加

- 小児で区域麻酔を実施するとき，多くの場合，深鎮静状態あるいは麻酔状態である。意識のない患児に区域麻酔を実施することの安全性について，大規模な調査に基づく報告が2010年以降報告された。フランスの報告⁹⁾では3

新生児だけではなく胎児も痛みを感じ，痛みの記憶がある

▶ NMDA :
N-methyl-D-aspartate

発達段階に応じた術後疼痛管理の必要性

万件あまりの小児において区域麻酔が実施され、後遺症発生率は0.12%程度であった。末梢神経ブロックに比べ、硬膜外麻酔や脊髄くも膜下麻酔など脊髄での区域麻酔では、合併症と後遺症発生率が6~7倍高いことが報告された。2012年にはアメリカのPediatric Regional Anesthesia Networkから、1万4,000件あまりの小児区域麻酔において、合併症率と後遺症率ともにさらに低いことが報告された¹⁰⁾。

- 超音波ガイド下神経ブロックが普及し、安全性や有効性についての報告がされつつあるが、無作為化試験の報告はまだ数えるほどで、今後の発展が期待される。

2 痛みの評価

a. 痛みの評価が困難な理由

- 新生児、乳児、発達遅滞のある患児は、痛みを言葉で表現できないため、痛みの評価が困難である。
- 点滴や各種カテーテル挿入部位および固定、酸素マスク、手足の抑制の影響や安静度を許容できないこと、親がいないあるいは抱っこしてもらえないこと、などに対し不安や不満を感じるため、泣くなどの強い反応を惹起する術後疼痛以外の原因が多数存在する。

痛みを言葉で表現できない
患児の痛みの評価は困難

b. 痛み評価の方法

■ self-reporting scale

- 自己申告による痛みの強さの評価には、視覚的アナログスケール (visual analogue scale : VAS)、数値的評価スケール (numerical rating scale : NRS)、WongのFace Scaleなどが用いられる (図1)。Face Scaleで、おおむね3歳以上が対象である。

■ observational scale

- 観察者の評価による痛みの強さの評価。BOPS (Behavioural Observational Pain Scale) や FLACC (Face, Legs, Activity, Cry, Consolability) などが用いられている (表1)¹¹⁾。

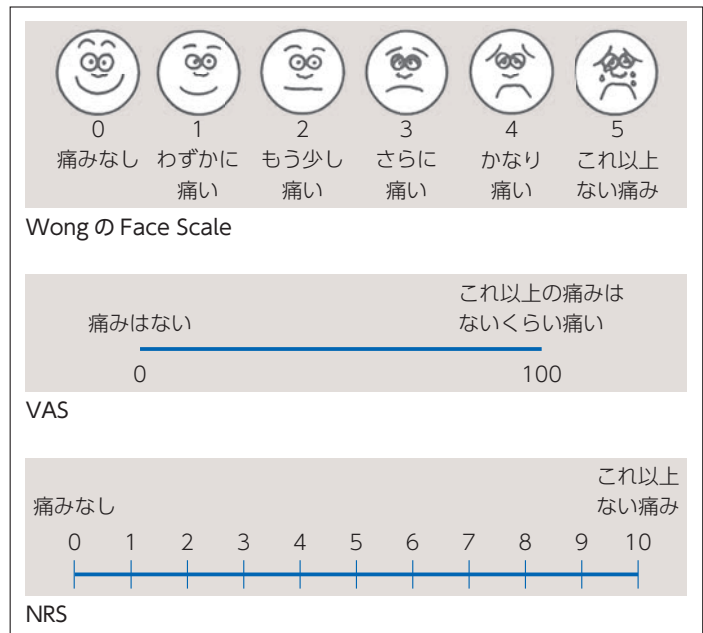


図1 self-reporting scale

自己申告による痛みの強さの評価する方法。Face Scaleで、おおむね3歳以上が対象である。

表 1 FLACC スケール

クライテリア	スコア 0	スコア 1	スコア 2
表情 (Face)	表情の異常なし、または笑顔	ときどき顔をゆがめる、しかめっ面をする、視線が合わない、関心を示さない	頻回またはずっと下顎を震わせる、歯をくいしばる
足の動き (Legs)	正常な姿勢でいる、リラックスしている	落ち着かない、じっとしていない、緊張している	蹴る、足を抱え込む
活動性 (Activity)	おとなしく横になっている、正常な姿勢でいる、容易に動くことができる	もだえている、前後に体を動かす、緊張している	反り返る、硬直、けいれんしている
泣き方 (Cry)	泣いていない（起きているか眠っているかにかかわらず）	うめき声またはしくしく泣いている、ときどき苦痛を訴える	泣き続けている、悲鳴、むせび泣いている、頻回に苦痛を訴える
あやしやすさ (Consolability)	満足している、リラックスしている	触れてあげたり、抱きしめてあげたり、話しかけることで気を紛らわせ安心する	あやせない、苦痛を取り除けない

FLACC スケールでは、Face, Legs, Activity, Cry, Consolability を 0, 1, 2 点で評価する。観察者の評価により痛みの強さの評価を行う observational scale の一つである。

(Merkel SL, et al. Paediatric Nursing 1997; 23: 293–712)より)

3 多様式鎮痛法 (multimodal analgesia) に基づく鎮痛戦略

a. 小児の術後鎮痛の中心はアセトアミノフェンである

- 安全性が高く、シロップ、粉末、錠剤、坐剤と、すべての剤形で小児の術後鎮痛の適応がある。
- 小～中程度の術後鎮痛が適応である。他の鎮痛法を併用することでアセトアミノフェン中心の術後鎮痛を行うことが可能となる場合も多い。

b. レミフェンタニル麻酔と multimodal analgesia

- 手術中の麻酔管理は、区域麻酔や麻薬による鎮痛と、セボフルランやプロポフォールなどによる鎮静を組み合わせで行うことが一般的となっている。さらに、レミフェンタニルを術中鎮痛の中心にした麻酔管理では、術後鎮痛に適切に移行する必要がある。
- 小手術においては、術中に使用した局所麻酔薬や麻薬の効果に加えて、アセトアミノフェンや非ステロイド性抗炎症薬 (NSAIDs) による管理が可能であろう。さらに、侵襲の程度に応じて、薬剤を持続的に投与する疼痛管理を考慮すべきである。持続鎮痛法としては、硬膜外鎮痛、持続末梢神経ブロック、麻薬の持続静注などを行う。
- 副作用を最小化するため、多様な方法を用いて鎮痛を行う。

術中鎮痛から術後鎮痛に適切に移行する必要がある

▶NSAIDs :
non-steroidal anti-inflammatory drugs

c. PCA と NCA

- 小児においてもおおむね小学生ぐらいから PCA 管理が可能である。それより低年齢の患児では、看護師や保護者による早送り追加注入 (NCA) を行うことができる¹³⁾。
- PCA 管理は、痛みに対して即時対処可能であることが最大の利点である。PCA を導入するにあたっては、患児や家族への術前の説明が必須であり、病棟における監視体制や看護師の教育が不可欠となる。とくにオピオイドの持続静注を行う場合は、投与初期は PICU あるいは HCU に収容するなど、呼吸状態の監視が必須である。

d. preventive analgesia と multimodal analgesia

- 執刀前、手術中、術後を通して侵害刺激を抑えて中枢感作させないようにする。先制鎮痛 (pre-emptive analgesia) もこの概念に含まれる。
- 局所麻酔薬による preventive analgesia では、半減期より大幅に長い時間の効果が得られ、術後疼痛が軽減し、オピオイドの必要量が減少することが示されている。神経ブロックを行う時期が、手術の前 (pre-emptive) だけでなく後からとなっても、preventive analgesia 効果が認められた¹⁴⁾。

▶PCA :
patient-controlled anal-
gesia

▶NCA :
nurse-controlled analge-
sia

PCA 管理は、痛みに対して
即時対処可能であることが最
大の利点である

▶PICU :
pediatric intensive care
unit

▶HCU :
high care unit

4 年齢に基づく鎮痛戦略

a. 新生児

- 手術中の鎮痛の主体は、フェンタニル、局所麻酔、硬膜外麻酔（とくに仙骨硬膜外麻酔）である。アセトアミノフェンは術後鎮痛薬として新生児に対しても使用可能である。
- フェンタニルを用いた場合、無呼吸などの呼吸への影響を考慮して、術後は人工呼吸管理を行うことが多い。術中に投与したフェンタニルの効果により、術後早期に鎮痛薬を必要とすることは少ない。
- 区域麻酔、とくに硬膜外麻酔を行った場合は、術中の麻薬使用を大幅に減少させることが可能であり、手術室で抜管し術後人工呼吸管理を回避することが可能なことがある。仙骨硬膜外麻酔を 1 回注入で行った場合も、術後早期に鎮痛薬が必要となることは少ない。

b. 乳児～幼児

- あらゆる区域麻酔法の併用が可能であるため、施設によって安全基準や指導体制を考慮して、積極的な鎮痛が可能である。
- 区域麻酔の合併症および後遺症発生率は、生後 6 か月未満では大幅に（6 倍程度）上昇する。
- PCA 管理は困難で、NCA 管理を考慮する。

区域麻酔の合併症および後
遺症発生率は、生後 6 か月
未満では大幅に上昇する

▶PONV :
postoperative nausea
and vomiting

★1

仙骨硬膜外麻酔では、カテーテル挿入が可能である。しかし、カテーテルは汚染されやすいとされており、自施設では留置した場合でも手術翌日朝にはカテーテルを抜去している。仙骨硬膜外は、超音波エコーで確認することができる。

★2

小児の硬膜外穿刺では椎間を探る必要はほとんどなく、難しい要素は硬膜穿刺しないよう深さに細心の注意を払う点である。抵抗消失法を用いて両手で Tuohy 針を進める際は、針を進める手の触感のみで、ブラインドでの操作となっている。このブラインド操作をなくすため、Tuohy 針を進めるときは水滴を付着させて懸滴 (hanging-drop) 法を併用するよう指導している。

c. 学童期以降

- あらゆる区域麻酔法の併用が可能であり、積極的に術後鎮痛を行いたい。
- PONV の頻度が乳幼児より上昇するため、麻薬の投与量をできるだけ減らしたい。そのためにも、可能な限り区域麻酔を併用し、PCA 管理も積極的に適応したい。

5 区域麻酔法の実際

a. 硬膜外麻酔

■ 仙骨硬膜外麻酔

- 手技が容易で、重篤な合併症が少ない。1 回注入法が基本であるが、カテーテル挿入も可能である★¹。使用薬剤は、新生児では 0.1~0.15%，乳児以上では 0.2% のロピバカインを、会陰肛門部手術では 0.5 mL/kg、下腹部手術では 1 mL/kg 投与する。さらに生理食塩水を 0.5 mL/kg 追加注入することで、上腹部までブロック範囲が得られる。血小板減少、凝固障害、二分脊椎などの脊椎変形、穿刺部の感染は、禁忌である。

■ 胸部、腰部硬膜外麻酔

- Tuohy 針を用いて、抵抗消失法で穿刺を行う。年少児では、生理食塩水による懸滴 (hanging-drop) 法併用を推奨したい★²。初回の薬剤投与は、1% キシロカインあるいは 0.2% ロピバカインを 0.2~0.3 mL/kg としている。カテーテル留置を行い、術後鎮痛には 0.2% ロピバカインを 0.1~0.4 mg/kg/時、侵襲に応じてフェンタニル (~5 μg/日) を混注している。フェンタニルの量が多いと、呼吸抑制よりも前に PONV 症状が現れることが多い。

表 2 超音波ガイド下神経ブロックの種類と難易度

Level 1 (basic)	Level 2 (intermediate)	Level 3 (advanced)
● 腕神経叢ブロック斜角筋間アプローチ ● 腕神経叢ブロック腋窩アプローチ ● 腕神経叢分枝 (尺骨, 正中, 橈骨神経) ● 浅頸神経叢ブロック ● 腸骨峯径下腹神経ブロック ● 腹直筋鞘ブロック ● 大腿神経ブロック, 伏在神経ブロック ● ankle ブロック ● 坐骨神経ブロック膝窩アプローチ	● 腕神経叢ブロック鎖骨上アプローチ ● 腕神経叢ブロック鎖骨下アプローチ ● 腹横筋膜面ブロック ● 肋間神経ブロック ● 閉鎖神経ブロック ● 坐骨神経ブロック	● 深頸神経叢ブロック ● 傍脊椎ブロック ● 腰神経叢ブロック (後方アプローチ)

神経の描出、鍵となる構造物の描出、技術的難易度、合併症のリスク評価の 4 項目を 3 段階で点数化して分類している。

(Chan V, et al. Ultrasound Guidance in Regional Anaesthesia: Principles and Practical Implementation. 2nd ed. Oxford University Press; 2010. p. 209-18¹⁵⁾より)

中山書店の出版物に関する情報は、小社サポート
ページを御覧ください。
[http://www.nakayamashoten.co.jp/bookss/
define/support/support.html](http://www.nakayamashoten.co.jp/bookss/define/support/support.html)



しんせんりやく もと ますい しゅうじゅついきがく
新戦略に基づく麻酔・周術期医学

ますい か い しゅうじゅつき どうつうかん り
麻酔科医のための 周術期の疼痛管理

2014 年 2 月 10 日 初版第 1 刷発行 ©

〔検印省略〕

専門編集——かわ ま た み き と
川真田樹人

発行者——平田 直

発行所——株式会社 中山書店
〒113-8666 東京都文京区白山 1-25-14
TEL 03-3813-1100（代表） 振替 00130-5-196565
<http://www.nakayamashoten.co.jp/>

装丁——花本浩一（麒麟三隻館）

印刷・製本——株式会社シナノ

Published by Nakayama Shoten Co., Ltd.

Printed in Japan

ISBN 978-4-521-73710-2

落丁・乱丁の場合はお取り替え致します。

・本書の複製権・上映権・譲渡権・公衆送信権（送信可能化権を含む）は株
式会社中山書店が保有します。

・**JCOPY**（（社）出版者著作権管理機構 委託出版物）

本書の無断複写は著作権法上での例外を除き禁じられています。複写される
場合は、そのつど事前に、（社）出版者著作権管理機構（電話 03-3513-6969、
FAX 03-3513-6979、e-mail: info@jcopy.or.jp）の許諾を得てください。

本書をスキャン・デジタルデータ化するなどの複製を無許諾で行う行為は、
著作権法上での限られた例外（「私的使用のための複製」など）を除き著作権
法違反となります。なお、大学・病院・企業などにおいて、内部的に業務上
使用する目的で上記の行為を行うことは、私的使用には該当せず違法です。
また私的使用のためであっても、代行業者等の第三者に依頼して使用する本
人以外の者が上記の行為を行うことは違法です。