

予防目的のアイシングについてのガイドライン案

担当：

馬見塚尚孝（ベースボール&スポーツクリニック 野球医学センター長）

宮下浩二（中部大学生命健康科学部 理学療法学科教授）

久保田真広（株式会社 カロ 代表取締役）

CQ1：成長期選手における投球肘障害における予防目的のアイシングの効果とは？

Ans：

投球肘障害の発症には骨の成熟度が影響することため、未熟な骨の骨化が進展しつつある成長期（骨化伸展期）と、骨化が完了している成人期（骨化完了期）に分けて議論されている。また、予防やコンディショニングなど未病の状態で行うものと、処置や治療といった障害などが発症した後に行うアイシングが混乱して用いられている。そこで本ガイドラインでは、成長期（骨化伸展期）の投球肘障害の予防およびコンディショニング改善の有用性について調査した。

成長期投球肘障害に関するアイシングの間接作用である遅発性筋肉痛や筋のコンディショニングに対する効果は、現在のところ議論がある。また、成長期投球肘障害の予防目的に行う直接作用としてのアイシングの効果は、これまでのところ科学的根拠はない。現状では、成長期投球肘障害の予防目的のアイシングを推奨する理由はない。

解説：

【投球肘障害とは】（柏口ら よくわかる野球肘 2016）¹⁾

投球肘障害とは、投球によって発症する上肢の疼痛、しびれ感、脱力、不安定感などの症状が出現すること、およびその症状によって投球パフォーマンスの低下を認める症候群と定義する。投球肘障害には、肘関節内側部に発症する肘関節内側側副靭帯損傷・上腕骨内側上顆骨端離開・上腕骨内側上顆下端障害、外側部に発症する上腕骨小頭離断性骨軟骨炎・滑膜ひだ障害、後方に発症する肘頭疲労骨折および偽関節、神経障害である肘部管症候群などがある。

それぞれの投球障害の発症には骨の成熟度が影響することため、未熟な骨の骨化が進展しつつある成長期（骨化伸展期）と、骨化が完了している成人期（骨

化完了期)に分けて議論されている¹⁾。

そこで本ガイドラインでは、まず成長期(骨化伸展期)の投球肘障害に関するアイシングの効果および現状について議論する。

【一般的なアイシングを用途】

一般にアイシングは、スポーツ現場において急性外傷に対する応急処置(RICE処置)や治療の一部として多用されている。その科学的根拠は、受傷後すぐに患部を冷却することにより、代謝の低下、血流の減少、血管壁の透過性低下が生じ、腫脹や炎症反応が抑制されることで二次的な損傷を防ぐこととされている。

また、障害の発症予防と治療・遅発性筋痛の予防・コンディショニング改善と治療などを目的としても行われている。その方法としては、アイスパックや氷水などで局所を20~30分間程度冷却させる方法や、アイスバスなどで全身を冷却する方法が普及している。

このアイシングの急性外傷や障害、遅発性筋痛の処置(治療)と予防、コンディショニングの改善は本来別に考える必要があるが、現状は明確に分けられていない。そこで、アイシングの一般的生理学的作用を議論した後、アイシングのコンディショニングへの影響と投球肘障害の予防への効果について、治療と分けて議論する。

【アイシングの生理学的作用】

アイシングの生理学的作用としては、外傷後の出血、炎症および浮腫の抑制に効果があるとされる。Hubbardら(J Athl Train 2004)²⁾は、アイシングは血流、疼痛、および代謝を減少させると述べている。Hocuttら(AJSM 1982)³⁾は、アイシングは急性炎症を抑制し、組織の回復を早めると報告。Ohkoshiら(AJSM 1999)⁴⁾は、アイシングの使用が早ければ早いほど大きな効果があると報告している。

アイシングの疼痛に関する報告としては、Algafllyら(Br J Sports Med 2007)⁵⁾は、皮膚温の低下、神経伝導速度低下により疼痛閾値が上昇し、鎮痛効果があると指摘した。

一方、アイシングは止血時間を延長させることが指摘されている⁶⁾。

【アイシングの関節作用としてのコンディショニングへの影響】

アイシングのコンディショニングに関する報告としては、主に遅発性筋痛や筋疲労の改善への影響が論じられている。Yanagisawaらは(Yanagisawa, et al 2003)⁷⁾、高強度運動後に活動筋を5℃の冷水に15分間浸水させた結果、運動後の筋浮腫および微細な筋損傷を抑制したことを報告した。アイシングの遅発性

筋痛に対する予防効果としては、Bailey ら (J Sports Sci. 2007⁸⁾)は、高強度の間欠的走運動後の下肢冷却によって、血清クレアチニン値の上昇を抑制したことを報告した。アイシングの運動後の疲労回復への効果としては、Haggins ら (J Strength Cond Res 2011)⁹⁾は、アイスバスを用いて全身の冷却を行い、ラグビー選手の走行スピードが改善した事を報告した。

一方、Paddon-Jones and Quigley(1997)¹⁰⁾は、伸張性筋収縮を伴う肘関節屈曲運動を実施後、活動上肢において 5°C の冷水への 20 分間の浸水を 60 分間の休憩を挟んで 5 回実施した結果、翌日以降の最大肘関節屈曲力の低下および遅発性筋肉痛の発生などに影響を及ぼさなかったと報告した。また、Howatson ら (Scand J Med Sci Sports 2005)¹¹⁾は、伸張性収縮を伴うレジスタンス運動後の 15 分間のアイスマッサージ(氷を直接皮膚に接触させ、氷を滑らせながら皮膚表面上を移動させることで冷却する方法)が、遅発性筋肉痛および微細な筋損傷などの発生に影響を及ぼさなかったことを報告している。Tseng ら (J Strength Cond Res. 2013)¹²⁾は、局所のアイシングは、筋損傷からの回復を改善するのではなく、むしろ遅らせることを示唆している。

このように高強度運動後の遅発性筋肉痛や筋のコンディショニングに対する効果は議論があり、今後検討を要する。

【アイシングの投球障害の直接的作用に関する報告】

アイシングを用いた投球障害予防に関する報告としては、Hume ら (Sports Med. 2006)¹³⁾は、上顎炎の最も効果的な治療法は、急性期のアイシング治療と NSAIDs および超音波を含む様々な温熱療法を組み合わせ、安静にすることを review で示した。一方、Olsen ら (Am J Sports Med. 2006)¹⁴⁾は、予防的アイシングは成長期野球選手の肩肘手術のリスクを高めることを指摘した。また、吉田 (臨スポ 2013)¹⁵⁾らの報告するように、アイシングはその鎮痛効果によって症状が緩慢となり、医療機関等の受診が遅れる傾向にあることを指摘した。

このように、成長期 (骨化伸展期) 投球障害予防を目的としたアイシングを推奨する質の高い研究は渉猟した限り認められなかった。

そこで、近年明らかになりつつある成長期 (骨化伸展期) 投球障害の病態について、成長期投球肘障害を内側障害、外側障害、後方障害に分け、それぞれの病態からアイシングの効果について考えてみる。

【成長期 (骨化伸展期) 期投球肘内側障害の病態】

成長期期肘内側障害の病態としてはこれまで単純 X 線所見を基にした研究が

進められ、部位としては上腕骨内側上顆下極の骨端、上腕骨内側部の骨端軟骨、尺骨鉤状結節、軟部組織の問題が議論されてきた。投球肘内側障害の病態については、Pappas ら¹⁶⁾は成長期をすべての二次骨化中心が出現するまでの childhood、骨端線が閉鎖するまでの adolescence、骨端線閉鎖後最終的な筋成長が終了するまでの young adulthood の3つに分けた。そのうえで、childhood では二次骨化中心が繰り返す牽引ストレスで損傷される「障害」が主であり、adolescence では骨端離開が一時的な外傷で生じたものと区別した。また、その病態メカニズムとしては、投球動作によって繰り返し力学的負荷が肘内側部に作用して発症する牽引性骨端障害説と、1球の大きな力学的ストレスを受けて、主に上腕骨内側上顆下極部が損傷または裂離骨折する外傷説、そしてその両方が関係しているという混合説が議論されている¹⁾。

また、近年のMRIテクノロジーの進歩により、より高分解の高いMR画像を得ることが可能となった。馬見塚ら（整形スポ2007）¹⁷⁾（別冊整形外科2013）¹⁸⁾は、小関節用コイルを用いた高分解能MRIで骨化伸展期の肘内側部痛例の描出例を紹介し、初発急性例では二次骨化中心に裂離を認めることや、上腕骨内側上顆表面に存在する軟骨膜と考えられる低信号線が途絶していること、また、再発急性例では二次骨化中心の変形や内側側副靭帯の肥厚を認めるなど、初発例と再発例の異常所見に違いがあることを指摘した。塚越ら（整スポ2010, 2017）¹⁹⁾は、ジュニア期の初発急性期例の高分解能MRIにおいて、上腕骨内側上顆骨化中心の分節化、軟骨膜の損傷と変位、尺側側副靭帯近位部の形態異常、広範囲にT2脂肪抑制高信号領域が認められることなどが主な所見であることを示し、これらが投球によってかから肘関節内反トルクが尺側側副靭帯の張力を高め、その結果脆弱な上腕骨内側上顆下極の軟骨膜・骨化中心成長軟骨が裂離および遠位方向に転位し、尺側側副靭帯のたるみなど形態異常が一時的に生じた“外傷”の影響が強いことを指摘した。また、吉沢（整スポ2018）²⁰⁾は、ジュニア期の再発急性期例の高分解能MRIにおいて、上腕骨内側上顆骨化中心の変形・内側側副靭帯の信号変化と形態変化・内側上顆骨化中心とその周囲に広範囲に及ぶ高信号所見が特徴的な所見であり、初発時と大きく異なる画像所見を示したと報告した。この再発例の病態は、初発時の”外傷“が治癒的变化を示し、それにさらに力学的ストレスが作用してこのような所見を呈したという仮説を提案した。峯ら²¹⁾（整形外科と災害外科2015）、鶴田ら（日本肘2015）²²⁾、投球時肘痛例について高分解能MRIを調査し、軟骨膜変位や損傷を認めることを報告した。

これまで明らかとなった成長期（骨化進展期）における投球肘内側障害の病態は、投球時に肘内側側副靭帯にかかる牽引ストレスによって、骨端障害説と外傷説および両者の混合説に加え、初発発症なのか再発発症なのかで分けて検

討すべきとの議論がある。小児整形外科テキストによると、骨端症とは主として成長期に起こる長管骨の骨端角（第二次骨核）、短骨の第一次核あるいは骨突起に発生する阻血性骨壊死とされている²³⁾。原因としては、血流遮断や繰り返す小外傷によるものなどが考えられているが、十分に解明されていない。

このような成長期（骨化進展期）の投球肘内側障害の病態を考慮すると、アイシングを行って血流を減らすことは、肘内側障害と同様にアイシングはその予防に貢献できるとは考えにくい。むしろ、アイシングによって血流が少なくなり、投球肘内側障害の発症を誘発する可能性すらある。

【成長期（骨化伸展期）期投球肘外側障害の病態】

ジュニア期肘外側障害としては上腕骨小頭離断性骨軟骨炎が主なものである。本疾患の病因としては、繰り返す力学的圧迫と血流の問題として考えられることが多い。Rauck (Curr Opin Pediatr. 2013)²⁴⁾らは、骨の成熟が不十分な状態では、繰り返す外力に対して成長軟骨は脆弱であることが指摘している。また、Kobayashiら(J Am Acad Orthop Surg. 2004)²⁵⁾は、未熟な成長軟骨は骨端線を横切った血管によって栄養されており、骨端線が閉じるまでは側副血行路からの血流供給がないことを報告。Schenckら(Clin Orthop Relat Res. 1994)²⁶⁾は、橈骨頭に比べて上腕骨小頭より柔らかく、この物性の違いが小頭の損傷の誘因となっていることを指摘。このように、離断性骨軟骨炎は、繰り返す外力と小頭の血流が少ないことがその誘因として考えられている。

このような肘離断性骨軟骨炎の病態を考慮すると、アイシングを行って血流を減らすことは、肘内側障害と同様にアイシングはその予防に貢献できるとは考えにくい。むしろ、アイシングによって血流が少なくなり、離断性骨軟骨炎の発症を誘発する可能性すらある。

【成長期（骨化伸展期）期投球肘後方障害の病態】

ジュニア期肘後方障害の病態としては、肘頭の過労性障害がある。Furushimaら(Am J Sports Med. 2014)²⁷⁾によると肘頭の過労性障害は5つのタイプに分けられ、若年者に多く認められるのはphyseal type（骨端線障害）と指摘されている。この障害は投球時の力学的影響によって健常者に認められる成長に伴う骨端線の閉鎖が遅延または停止する状態と考えられている。これまでアイシングを行うことによって肘頭の骨端線障害を予防したという報告はない。また、力学的損傷が主なメカニズムであり、冷却することで骨端線閉鎖の遅れを抑制するという報告もない。このように、肘頭骨端線障害においても、アイシングがその予防に有効だという証拠はない。

【野球現場のアイシングに関する認識に関する調査】

高校生は予防のためにアイシングをしている選手が多い。ただし、それは投手が多く、野手は多くはない。投手は「アイシングはすべきもの」との認識が植え付けられている可能性がある。何の目的で行っているか？については、「痛み」・「張り」・「疲労」などに対する『予防』が多い。アイシングの効果を実感していない選手が3～4割いた。

引用文献

1. よくわかる野球肘 肘の内側部障害 一病態と対応一：山崎哲也，柏口新二，能勢康史：全日本病院出版会，2016
2. Does Cryotherapy Hasten Return to Participation? A Systematic Review:Tricia J. Hubbard, Stephanie L. Aronson, Craig R. Denegar: J Athl Train. 2004 Jan-Mar; 39(1): 88-94.
3. Cryotherapy in ankle sprains.:Hocutt JE Jr, Jaffe R, Rylander CR, Beebe JK.: Am J Sports Med. 1982 Sep-Oct;10(5):316-9.
4. The effect of cryotherapy on intraarticular temperature and postoperative care after anterior cruciate ligament reconstruction.: Ohkoshi Y, Ohkoshi M, Nagasaki S, Ono A, Hashimoto T, Yamane S.: Am J Sports Med. 1999 May-Jun;27(3):357-62.
5. The effect of cryotherapy on nerve conduction velocity, pain threshold and pain tolerance.: Algafly AA, George KP.: Br J Sports Med. 2007 Jun;41(6):365-9; discussion 369. Epub 2007 Jan 15.
6. The effect of cooling on coagulation and haemostasis: should "Ice" be part of treatment of acute haemarthrosis in haemophilia?:Forsyth AL, Zourikian N, Valentino LA, Rivard GE.:Haemophilia. 2012 Nov;18(6):843-50. doi: 10.1111/j.1365-2516.2012.02918.x. Epub 2012 Aug 23. Review.
7. Evaluations of cooling exercised muscle with MR imaging and 31P MR spectroscopy: Yanagisawa OI, Niitsu M, Takahashi H, Goto K, Itai Y.:Med Sci Sports Exerc. 2003 Sep;35(9):1517-23.
8. Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running.: Bailey DM1, Erith SJ, Griffin PJ, Dowson A, Brewer DS, Gant N, Williams C.: J Sports Sci. 2007 Sep;25(11):1163-70.
9. A random control trial of contrast baths and ice baths for recovery during competition in U/20 rugby union.: Higgins TR, Heazlewood IT, Climstein M.: J Strength Cond Res. 2011 Apr;25(4):1046-51. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181cc269f.
10. Effect of cryotherapy on muscle soreness and strength following eccentric exercise.:Paddon-Jones DJ1, Quigley BM. Int J Sports Med. 1997 Nov;18(8):588-93.
11. The efficacy of ice massage in the treatment of exercise-induced

- muscle damage. : Howatson G, Gaze D, van Someren KA. (2005) Scand J Med Sci Sports. 15:416-422.
12. Topical cooling (icing) delays recovery from eccentric exercise-induced muscle damage. : Tseng CY, Lee JP, Tsai YS, Lee SD, Kao CL, Liu TC, Lai C, Harris MB, Kuo CH. : J Strength Cond Res. 2013 May;27(5):1354-61. doi: 10.1519/JSC.0b013e318267a22c.
 13. Epicondylar injury in sport: epidemiology, type, mechanisms, assessment, management and prevention. : Hume PA, Reid D, Edwards T. : Sports Med. 2006;36(2):151-70. Review.
 14. Risk factors for shoulder and elbow injuries in adolescent baseball pitchers. : Olsen SJ 2nd, Fleisig GS, Dun S, Loftice J, Andrews JR. : Am J Sports Med. 2006 Jun;34(6):905-12. Epub 2006 Feb 1.
 15. 成長期内側野球肘の受診行動調査: 吉田 怜, 馬見塚 尚孝, 児玉 真子, 鈴木 恒, 万本 健生, 平野 篤: 日本臨床スポーツ医学会誌 (1346-4159)21 巻 2 号 Page403-408(2013. 04)
 16. Elbow problems associated with baseball during childhood and adolescence. : Pappas AM. : Clin Orthop Relat Res. 1982 Apr;(164):30-41.
 17. 成長期の投球肘障害 マイクロコピーコイルを用いた成長期内側型投球肘障害の高分解能 MRI 画像評価(会議録): 馬見塚 尚孝(水戸協同病院 スポーツ整形外科), 平野 篤, 馬見塚 恭子, 落合 直之: 日本整形外科スポーツ医学会雑誌 (1340-8577)27 巻 1 号 Page109(2007. 05)
 18. 【小児整形外科疾患 診断・治療の進歩】 診断・評価の進歩 MRI 投球肘障害の高分解能 MRI(解説/特集): 馬見塚 尚孝, 平野 篤, 山崎 正志: 別冊整形外科 (0287-1645)64 号 Page2-6(2013. 10)
 19. 学童期初発野球肘内側障害の MRI: 塚越 祐太, 馬見塚 尚孝, 小川 健, 万本 健生, 平野 篤, 山崎 正志: 日本整形外科スポーツ医学会雑誌 (1340-8577)37 巻 2 号 Page154-157(2017. 05)
 20. 学童期再発野球肘内側障害の MRI: 吉沢 知宏, 馬見塚 尚孝, 小川 健, 万本 健生, 平野 篤, 山崎 正志: 日本整形外科スポーツ医学会雑誌 (1340-8577)38 巻 2 号 Page6-12(2018. 05)
 21. 成長期野球競技者における上腕骨内側上顆下端裂離の病態: 峯 博子, 荻本 晋作, 鶴田 敏幸: 整形外科と災害外科 (0037-1033)64 巻 1 号 Page102-105(2015. 03)
 22. 成長期上腕骨内側上顆下端障害の病態: 鶴田 敏幸, 峯 博子, 荻本 晋作: 日本肘関節学会雑誌 (1349-7324)22 巻 2 号 Page55-59(2015. 12)

23. 小児整形外科テキスト：日本小児整形外科学会（監修），日本小児整形外科学会 教育研修委員会（編集）：20-27 2016
24. Pediatric upper extremity stress injuries. : Rauck RC, LaMont LE, Doyle SM. : Curr Opin Pediatr. 2013 Feb;25(1):40-5. doi: 10.1097/MOP.0b013e32835bd529. Review. PMID: 23274429
25. Lateral compression injuries in the pediatric elbow: Panner's disease and osteochondritis dissecans of the capitellum. : Kobayashi K, Burton KJ, Rodner C, Smith B, Caputo AE. : J Am Acad Orthop Surg. 2004 Jul-Aug;12(4):246-54. Review. PMID: 15473676
26. A biomechanical analysis of articular cartilage of the human elbow and a potential relationship to osteochondritis dissecans. : Schenck RC Jr, Athanasiou KA, Constantinides G, Gomez E. : Clin Orthop Relat Res. 1994 Feb;(299):305-12. PMID: 8119034
27. Classification of Olecranon Stress Fractures in Baseball Players. : Furushima K, Itoh Y, Iwabu S, Yamamoto Y, Koga R, Shimizu M. : Am J Sports Med. 2014 Jun;42(6):1343-51. doi: 10.1177/0363546514528099. Epub 2014 Apr 1. PMID: 24692435

本調査にご協力いただきました、豊田太郎先生（ベースボール&スポーツクリニック 野球医学センター）と笠原政志先生（国際武道大学）に深謝いたします。