

大学女子バスケットボール選手の体温リズムに与える 入浴効果に関する研究

—浴槽浴とシャワー浴の対比検討—

玉田 良樹,*† 中川 友紀,** 山野 薫*

目的：本研究の目的は、シャワー浴時と10分間の浴槽浴時の遠位—近位部温度勾配（Distal - Proximal Skin Temperature Gradient：DPG）を比較し、10分間の浴槽浴が大学女子バスケットボール選手の概日リズムに与えた影響を明らかにすることである。

方法：対象は本学女子バスケットボール部に所属し、生活リズムと浴槽浴の環境が同じとなる10名とした。浴槽浴は、湯温40～42℃に10分間、肩をお湯から出した姿勢とした。測定日は日曜日の夜から月曜日の夜までの24時間とした。また、測定日の条件として、月経日ではない事、急性発症の怪我がないこととした。

結果：シャワー浴時と10分間の浴槽浴との比較では、10分間の浴槽浴のDPG平均値が大であり、統計学的有意差を認めた。

結論：大学女子バスケットボール選手の深部体温と末梢体温に対し、浴槽浴が影響を与えたことが示唆された。浴槽浴は、睡眠の質の向上や疲労物質の除去に関与し、リカバリー・コンディショニング調整に有効であると推察される。

キーワード：概日リズム、遠位—近位部温度勾配、浴槽浴、女子バスケットボール選手

(2022年10月13日受付け、2022年12月5日受理)

はじめに

バスケットボール競技は、走る、投げる、跳ぶといった身体的負荷と相手選手との身体的コンタクトも多く、スポーツ競技の中でも強度が高いスポーツの一つである。疲労が溜まった状態で競技を続けると、怪我やスポーツ障害に繋がる。また、心理面でも影響を与えモチベーションの低下に繋がる¹⁾。そのため、翌日の練習や試合に疲労を残さないようにリカバリー・コンディショニングが求められている。リカバリー・コンディショニングには、練習直後の交代浴や、ストレッチ、マッサージ、アイシングから、水分摂取や食事摂取の栄養サポート、睡眠など様々な方法が用いられ、そのなかの一つに入浴がある²⁾。アスリートの入浴については様々な方法が示されており、公益財団法人日本オリンピック委員会が2016年リオデジャネイロオリンピック

時に発刊した『JOCコンディショニングガイド』には、38～40℃で14分の温浴が提唱されている³⁾。浴槽浴がもたらす身体的な効果としては、循環血液量の増加によって身体に溜まった疲労物質が除去されること、副交感神経が優位となりリラックス効果が得られることなどが挙げられている⁴⁾。また、浴槽浴時の入浴剤の効果なども示されている⁵⁾。このように浴槽浴の効果は示されてきているが、日頃から浴槽浴をする習慣がない者や浴槽浴の環境が整っていない者にとって浴槽浴という行為はハードルが高く⁶⁾、女性アスリートは浴槽浴よりもシャワー浴を行うことが推測される。浴槽浴がアスリートの体温リズムに与えた影響に関する報告は散見されるが、大学女子バスケットボール選手を対象としたものは極めて少ないのが現状である。

そこで本研究では、簡便に体温の日内変動が測定できるiButton[®]という機器を用い、シャワー浴時と

*大阪人間科学大学 保健医療学部 理学療法学科
**大阪人間科学大学 保健医療学部 作業療法学科
*†責任著者：大阪府摂津市正雀1-4-1、大阪人間科学大学 保健医療学部 理学療法学科
E-mail：y-tamada@kun.ohs.ac.jp

10分間浴槽浴時の遠位－近位部温度勾配 (Distal - Proximal Skin Temperature Gradient : DPG) を比較し、10分間の浴槽浴 (以下:浴槽浴) が大学女子バスケットボール選手の体温リズムに与えた影響について検討した。

方法

1. 対象者の選定

本学女子バスケットボール部に所属する選手で、生活リズムや入浴環境が同等であるバスケットボール部選手寮で生活をしている10名とした。対象者の選定基準として、体温リズムに影響する睡眠薬やホルモン剤を服用していないもの、怪我等により部活動に参加していないものとした。

2. 基本属性

対象者の基本情報は、年齢、身長、体重、ボディマス指数 (Body Mass Index : BMI)、筋肉量、体脂肪量、体脂肪率とした。体重、BMI、筋肉量、体脂肪量、体脂肪率の測定は、InBody社製体成分分析装置 InBody270を用いた。

3. 体温リズム測定

シャワー浴時の体温リズムの測定は、2021年3月11月に6名、2022年4月1月に4名の測定を実施した。浴槽浴時の体温リズムの測定は、2022年4月2日に6名、3月に4名の測定を実施した。

体温リズムの測定日は、本学女子バスケットボール部の一週間のスケジュールに合わせて、日曜日の21時から月曜日の21時までとした。本学女子バスケットボール部は、火曜日から日曜日が練習日となっており、土曜日と日曜日は、午前午後の2部練習や試合日となっている。本研究にて測定した10名の測定日である日曜日の過ごし方は、午前中のみ練習を行い、夕食を18時から19時に摂り、21時までにシャワー浴または浴槽浴を済ませ、21時からの測定を開始した。月曜日はバスケットボール部の練習が休日のため、起床時間や昼間の過ごし方は各部員の予定で過ごし、夕食を18時から19時に摂っていた。

体温リズムの測定は、Makim社製の体温測定器 iButton[®]を用いた。体温リズムの研究では、直腸温や食道温を深部体温として用いているが、測定が侵襲的であることや装着をしたまま動くことができないことなどの欠点があった。iButton[®]は、装着が簡便かつ非侵襲的であるため体温リズムの研究で用いられるようになってきている^{7,8)}。ボタンの装着部位は両側鎖骨下、両側前腕遠位部、両側下腿内側遠位部とした (図1)。

この両側前腕遠位部と両側下腿内側遠位部の皮膚温の平均から両鎖骨の皮膚温の平均を引いたものがDPG

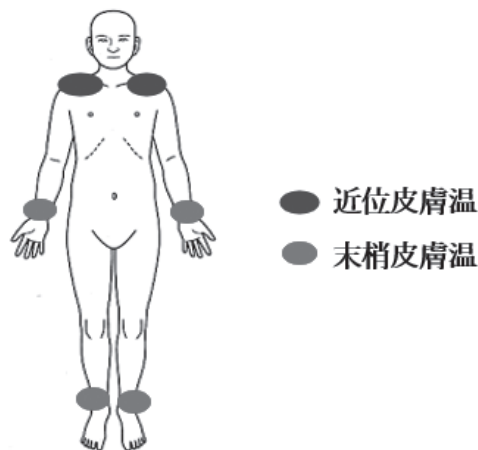


図1 iButton[®]の装着部位

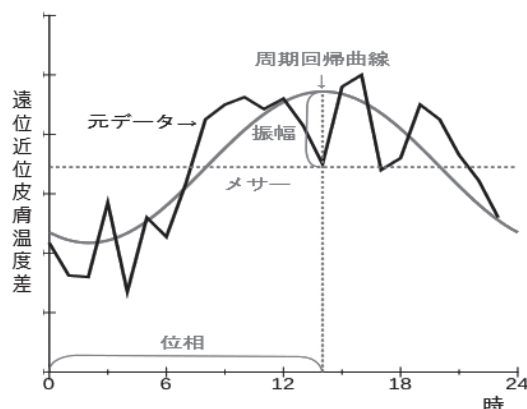


図2 DPGのグラフ

である。DPGは専用ソフトで解析し、体温リズムとしてグラフ化される (図2)。

メサーはDPGの平均値、振幅はDPG平均値からの変動幅、位相時間はDPGがピークとなる時間である。

浴槽浴は、部員が生活をしている選手寮の浴槽を用いた。湯温は、睡眠や睡眠の質に効果がある40～42℃とし、浴槽浴時は肩を出した状態で10分間浴槽に浸かることとした⁹⁾。湯温の管理は、タニタ社製の湯温計 ホワイト5416-WHを用い、入浴者が適宜湯温の管理を行った。シャワー浴時は浴槽に浸からないこととした。浴槽浴の測定日の条件として、月経日ではないこと、急性発症の靭帯損傷や筋挫傷が無いこととした。

4. 統計学的解析

基本情報の5項目と、DPG解析結果よりメサー、振幅、位相時間の3項目を抽出した。シャワー浴時と浴槽浴時の比較に、Wilcoxonの符号付き順位検定を用いた。統計学的有意差は5%未満とした。統計ソフトは、IBM社製SPSS statistics version.24を用いた。

5. 倫理的配慮

対象者には研究内容と倫理的配慮について、書面を用いて平易な言葉を用いて口頭で行った後に同意を得た上で研究を実施した。本研究は、大阪人間科学大学の「人を対象とする研究」に関する倫理審査委員会の承認（承認番号：2021-07）を得た後に実施した。

結果

1. 基本属性

対象者の平均年齢（標準偏差）は、 20.3 ± 0.6 歳であった。シャワー浴時と浴槽浴時の体重、BMI、筋肉量、体脂肪量、体脂肪率の比較について、中央値（第一四分位、第三四分位）で示した（表1）。

表1 基本属性

項目	シャワー浴時	浴槽浴時	p value
体重(kg)	63.8(59.7, 71.3)	64.3(59.6, 73.6)	0.232
BMI(kg/m ²)	22.2(20.3, 22.6)	22.3(20.4, 23.3)	0.186
筋肉量(kg)	46.6(43.8, 52.7)	46.5(44.8, 52.2)	0.738
体脂肪量(kg)	13.5(10.5, 15.7)	14.6(10.9, 16.5)	0.099
体脂肪率(%)	20.0(16.9, 23.6)	21.6(18.4, 24.2)	0.168

数値は中央値(第一四分位, 第三四分位)で表示した。

体重はシャワー浴時63.8(59.7～71.3)kg、浴槽浴時64.3(59.6～73.6)kgで統計学的有意差を認めなかった($p=0.232$)。BMIはシャワー浴時22.2(20.3～22.6)kg/m²、浴槽浴時22.3(20.4～23.3)kg/m²で統計学的有意差を認めなかった($p<0.186$)。筋肉量はシャワー浴時46.6(43.8～52.7)kg、浴槽浴時46.5(44.8～52.2)kgで統計学的有意差を認めなかった($p=0.738$)。体脂肪量はシャワー浴時13.5(10.5～15.7)kg、浴槽浴時14.6(10.9～16.5)kgで統計学的有意差を認めなかった($p=0.099$)。体脂肪率はシャワー浴時20.0(16.9～23.6) %、浴槽浴時21.6(18.4～24.2) %で統計学的有意差を認めなかった($p=0.168$)。

2. シャワー浴時と浴槽浴時の体温リズム

シャワー浴時と入浴時の体温リズムの比較について、中央値（第一四分位、第三四分位）で示した（表2）。

表2 シャワー浴時と浴槽浴時の体温リズムの比較

項目	シャワー浴時	浴槽浴時	p value
メサー(°C)	-1.48(-2.37, -1.37)	-2.13(-2.61, -1.82)	0.047*
振幅(°C)	0.98(0.63, 2.33)	1.50(0.69, 2.71)	0.721
位相時間	0時46分(0時27分, 1時11分)	1時7分(0時55分, 1時36分)	0.386

数値は中央値(第一四分位, 第三四分位)で表示した。

* $p<0.05$

メサーはシャワー浴時-1.48(-2.37～-1.37)度、浴槽浴時-2.13(-2.61～-1.82)度で統計学的有意差

を認めた($p=0.047$)。振幅はシャワー浴時0.98(0.63, 2.33)度、浴槽浴時1.50(0.69～2.71)度で統計学的有意差を認めなかった($p=0.721$)。位相時間はシャワー浴時0時46分(0時27分～1時11分)、浴槽浴時1時7分(0時55分～1時36分)で統計学的有意差を認めなかった($p=0.386$)。

考察

本研究では、シャワー浴と10分間の浴槽浴が、大学女子バスケットボール選手の体温リズムに与える影響をiButton[®]を用いて測定し比較検討した。大学女子バスケットボール選手のみならずアスリートを対象にした体温リズムの報告は少ないため、基礎的な情報が不足している。そのような中、DPGを指標とした体温リズムの平均値であるメサーのみに統計学的有意差を認めた。また、統計学的有意差は認めなかったが、振幅はシャワー浴時0.98度(中央値)、浴槽浴時1.50度(中央値)、位相時間はシャワー浴時0時46分(中央値)、浴槽浴時の1時7分(中央値)であり、両条件ともに、深夜1時頃にDPGが最も高くなったことが判明した。一般的に体温リズムは午前2～6時が最も低く、8～10時頃までに急激に上昇し、正午～18時に最高点に達してその後次第に低下するが、その変動幅は約1℃とされている¹⁰⁾。また、深部体温は夕方にかけて最も高く、その後緩やかに低下し早朝に最も低くなる¹¹⁾。大学女子バスケットボール選手の体温リズムは、シャワー浴や浴槽浴に関わらず、一般的な体温リズムよりも遅い時間帯にピークが来ることが判明した。

1. DPGを指標とした体温リズムのメサーについて

本検討ではシャワー浴時のDPGメサーよりも浴槽浴時のDPGメサーが有意に低かった。DPGは、末梢体温と中枢体温の差から算出されている。iButton[®]を用いたDPG測定では、中枢体温は深部体温として代用できる⁷⁾。深部体温は、安静時で通常的环境温度の範囲内であれば、およそ37℃付近で保たれている。しかし、末梢体温は、外気などの環境温度によって大きく変化する¹²⁾。バスケットボール部選手寮がある地域の平均気温は、シャワー浴時の11月が12℃、1月が5℃、浴槽浴を測定した2月が5℃、3月が9℃であった¹³⁾。11月に6名のシャワー浴時の体温リズム測定を行っており、環境温度の差がDPGメサーに影響したと考えた。

その一方で、浴槽浴時の位相時間は、シャワー浴時、浴槽浴時ともにDPGの位相時間は深夜1時頃であった。睡眠は、一日の中で深部体温の下降勾配が最も高くなる時に始まり、睡眠からの覚醒への移行は深部体温が上昇する時に起こる。深部体温の体温リズムが睡眠と覚醒のタイミングを調整しており、深部体温の変化は熱産生と熱放出のバランスによって制御されてい

る。熱放散は主に四肢末梢部の皮膚がその役割を担っており、深部体温の低下は、四肢末梢部の皮膚温が上昇することによる熱放散が活性化することで促進される。Kräuchiら^{14,15)}は、覚醒状態から眠りに入る時間を表す入眠潜時は、DPGと相関があることを明らかにし、就寝前に末梢皮膚温が中心体温に対し相対的に上昇し、熱放散が活発化されることが睡眠を促進するとしている。寒冷期は熱が皮膚表面から逃げてしまわないように、末梢血管を収縮して皮膚表面の血液量を減少させる。そのため、末梢体温が低下する。末梢体温の低下は、熱放散が妨げられるため入眠潜時間が延長することや睡眠時間が短くなるなど睡眠の質に悪影響を与える^{16,17)}。睡眠には、“足熱頭寒”という言葉が示すとおり、末梢体温の保温が重要である。保温効果を高める要因として、身体組成の筋肉量や脂肪量が関係しているが、シャワー浴時と浴槽浴時の対象者の身体組成に差は認めなかった。身体組成が保温に与えた影響について、季節の差は無かったと考える。

以上のことより、湯温40～42℃で10分間の浴槽浴は、DPGや末梢体温に影響を与え、大学女子バスケットボール選手の体温リズムを整えることが示唆された。

2. 浴槽浴とリカバリー・コンディショニング

アスリートのリカバリー・コンディショニングの重要ポイントは、高強度の運動後に生じる運動誘発性筋肉内損傷を引き起こす疲労物質をいかにして除去するかである¹⁸⁾。ジャンプやダッシュを繰り返すバスケットボールは、運動強度が高いスポーツのカテゴリーに位置づけられており、大腿四頭筋、ハムストリングス(半腱様筋・半膜様筋・大腿二頭筋)、腓腹筋、ヒラメ筋といった筋肉内損傷が高いことが容易に想像できる。浴槽浴が身体に与える影響として、血行循環の向上が良く知られている¹¹⁾。血行循環の向上の中でも、特に四肢末梢血管の血行循環が向上するため、筋肉内の疲労物質である血清クレアチンキナーゼ、ミオグロビン、アルドラー、アスパラギン酸トランスアミラーゼの除去に有効である。また、浴槽浴が自律神経に与える影響を考えると、浴槽浴の直後に交感神経系が亢進し、時間の経過とともに鎮静し副交感神経系が亢進する。大平ら¹⁹⁾は、シャワー浴と比較すると、副交感神経系の亢進が早くなることを指摘しており、リラクゼーション効果が得られ良い睡眠や気分転換につながりメンタル面でも良い影響を与えると考えられる。大学女子バスケットボール選手のリカバリー・コンディショニングには、浴槽浴が一助となることが示唆された。

3. 研究の限界と今後の展望

本研究の限界として、測定機器の数量が少なく、練習スケジュールの変更など測定ができる日が限られていた。そのため、測定時期が秋季から冬季に渡り、外

気温の温度差が体温リズムに与えた影響が挙げられる。また、睡眠時の室温や布団の種類などの条件が統一できておらず、それらの要因が与えた影響を除外できていない。対象者は少なくなるが、1月～3月にシャワー浴と浴槽浴を実施したもののDPGの比較や、中枢体温と末梢体温の比較を行うなど詳細な分析も必要である。

アスリートの浴槽浴に関して、入浴温度や入浴時間、入浴条件などが一貫していないため更なる検証が必要である。今後は出来る限り条件を揃え測定を行い、睡眠の質や自覚的・他覚的疲労度の検証を交えて、浴槽浴が大学女子バスケットボール選手のリカバリー・コンディショニングに与える影響を明らかにしていきたい。

謝辞

本研究にご協力頂きました、本学女子バスケットボール部選手の皆様に、心からお礼申し上げます。

COI (利益相反)

本研究に関連して開示すべきCOI (利益相反) 関係にある企業等はありません。

引用文献

- 1) Victoria Ayala, Manuel Martinez-Bebia, Jose Antonio Larorre, Nuria Gimenez-Blasi, Maria Jose Jimenez-Casquet, Javier Conde-Pipo, et al. Influence of circadian rhythms on sports performance. *Chronobiol Int.* 2021;38(11):1522-1536
- 2) Olivier Dupuy, Wafa Douzi, Dimitri Theurot, Laurent Bosquet, Benoit Dugue. An Evidence-Based Approach for Choosing Post-exercise Recovery Techniques to Reduce Marker of Muscle Damage, Soreness, Fatigue, and Inflammation: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology.* 2018;9:Article403
- 3) JOC Conditioning Guide for Rio, (2022年8月8日閲覧, https://www.joc.or.jp/games/olimpic/reodejaneiro/prf/conditioning_guide_rio2016.pdf)
- 4) 宮川美穂, 高橋弘彦, 中川功哉. 運動後の疲労回復に及ぼす入浴効果に関する研究. *仙台大学大学院スポーツ科学研究科研究論文集.* 2003;1/2:93-100
- 5) 長井克介, 渡邊智, 川崎義巳: 水浴における浴用剤成分による生体への作用. *日本生気象学会誌.* 1992;29(1):25-33
- 6) 都市生活研究所: 現代人の入浴事情2012 東阪

- 比較偏, 2012(2022年7月9日閲覧, <http://www.toshiken.com/report/>)
- 7) Michael J Hasselberg, James McMahon, Kathy Parker. The validity, reliability, and utility of the iButton[®] for measurement of body temperature circadian rhythms in sleep/wake reseach. *Sleep Med.* 2013;14(1):5-11
 - 8) Craig Whitworth-Tumer, Rocco Di Michele, Ian Muir, Werren Gregson, Barry Drust. A shower before bedtime may improve the sleep onset latency of youth soccer players. *Eur J Sport Sci.* 2017;17(9):1119-1128
 - 9) Shahab Haghayegh, Sepideh Khoshnevis, Michael H. Smolensky, Kenneth R. Diller, Richard J. Castriotta. Before-bedtime passive body heating by warm shower or bath to improve sleep: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews.* 2019;46:124-135
 - 10) 森本武利. ヒトの体温調整. *線維製品消費科学.* 2003;44(5):256-262
 - 11) 市場智久, 内山真. 体温操作による睡眠調節. *日本臨牀.* 2020;78(6):717-722
 - 12) 永島計, 中村(松田)真由美. ヒトにおける体温の意味と意義. *人間科学研究.* 2012;25(1):21-33
 - 13) 茨木市における年間の気候および平均気象,(2022年11月26日閲覧, <https://ja.weatherspark.com>)
 - 14) Kräuchi K, Cajochen C, Werth E, et al. Functional link between distal vasodilation and sleep-onset latency ?. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2000;278:R741-748
 - 15) K Kräuchi, C Cajochen, E Werth, A Wirz-Justice. Warm feet promote the rapid onset of sleep. *Nature.* 1999;401:36-37
 - 16) M Pache, K Kräuchi, C Cajochen, A Wirz-Justice, B Dubler, J Flammer, et al. Cold feet and prolonged sleep-onset latency in vasospastic syndrome. *Lancet.* 2001;358:125-126
 - 17) 小野史郎. 睡眠前の体温変動が入眠に及ぼす影響. 北海道浅井学園大学生涯学習研究所研究紀要『生涯学習研究と実践』. 2003;4:223-231
 - 18) Nicola Todorovic, Dejan Javarac, Valdemar Stajer, Sergel M Ostojic. The effect of Supersaturated Hydrogen-Rich Water Bathing on Biomarkers of Muscular Damage and Soreness Perception in Young Men Subjected to High-Intensity Eccentric Exercise. *J sports Med.* 2020; 15:1-5
 - 19) 大平雅子, 山田雄大. 運動後の入浴方法の違いが睡眠の質に及ぼす影響. *日本健康開発雑誌.* 2019; 40:31-38

Impact of 10-minute Bathing on Improved Circadian Rhythm of Female College Basketball Players

Yoshiki TAMADA, RPT, MS,*† Yuki NAKAGAWA, OTR, MS,**
Kaoru YAMANO, RPT, PhD*

Objectives : The purpose of this study is to compare the Distal-Proximal Skin Temperature Gradient (DPG) when taking a shower and when taking a 10-minute bath, and to clarify the effect of 10 minutes' bathing on the circadian rhythm in female college basketball players.

Methods : The subjects were 10 people who belonged to the university basketball club and had the same lifestyle rhythm and bathing environment. The bathing was conducted at a water temperature of 40-42° C, the bathing time was 10 minutes, and the bathing posture was shoulders out of the water. The measurement day was 24 hours from Sunday night to Monday night. The conditions for the measurement date were that it was not a menstrual day and the subject had no acute injury.

Results : A statistically significant difference was found in the DPG rhythm's mesor values when comparing the shower and the 10-minute bathing.

Conclusions : These results suggest that bathing can affect the core and peripheral body temperature. They also suggest that bathing contributes to the improvement of sleep quality and the elimination of fatigue substances, and is effective for recovery and conditioning in female college basketball players.

Key Words : Circadian rhythm, DPG, Bathing, Female basketball players

(Received in Oct 13, 2022, Accepted in Dec 5, 2022)

* Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences Osaka University of Human Sciences.

** Department of Occupation Therapy, Faculty of Human Sciences, Osaka University of Human Sciences.

*† Corresponding author : Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences Osaka University of Human Sciences. 1-4-1, Shojaku, Settsu, Osaka 566-8501, Japan.
E-mail : y-tamada@kun.ohs.ac.jp