

# 広島大学学術情報リポジトリ

## Hiroshima University Institutional Repository

Title	広島県サッカー協会サッカー審判員を対象とした体力測定：年間の体力変化に関する調査研究
Author(s)	柳岡, 拓磨; 藤内, 一寿
Citation	広島大学教育学部共同研究プロジェクト報告書, 21 : 25 - 30
Issue Date	2023-03-17
DOI	
Self DOI	<a href="https://doi.org/10.15027/53595">10.15027/53595</a>
URL	<a href="https://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/00053595">https://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/00053595</a>
Right	
Relation	



# 広島県サッカー協会サッカー審判員を対象とした体力測定

## 一年間の体力変化に関する調査研究一

研究代表者 柳岡 拓磨 (健康スポーツ系コース)

研究分担者 藤内 一寿 (広島県サッカー協会)

### I 研究の背景と目的

サッカー審判員は、適切な判定を下すことによってゲームをコントロールし、サッカーの質を高めるという重要な役割を担っている。審判員が正しい判定を下すためには、主審がフィールド全体においてプレーを追い、適切な距離（ファウルから 10-15m 程度）を保つことが重要である(Hossner et al., 2019; Joo & Jee, 2019; Mallo et al., 2012)。一方で、判定のエラー率は試合の時間経過とともに増加することが指摘されており(Joo & Jee, 2019; Mallo et al., 2012)、これは時間経過とともに主審とファウルとの距離が増加すること(Joo & Jee, 2019)、もしくは身体的な疲労の蓄積が審判員の判定力を低下させることに起因している(Pizzera et al., 2022)。

主審は試合のプレーを追うという活動特性があるため、試合のカテゴリーや強度によって主審の試合中の身体的ストレスが変化する(Mallo et al., 2009; Weston, Drust, & Gregson, 2011)。近年、サッカーはプレーの強度・速度が高まっており、高強度・高速度で展開されるプレーを正しく監視するために、審判員にはより高度な体力が求められている(Weston et al., 2012)。国際審判員を対象にした国際試合における試合分析では、主審とファウルとの距離は時速 15 km 以上の高強度ランニングと相関することが報告されている(Krustrup et al., 2009)。また Ishihara らは、日本のサッカー 1 級および 2 級審判員を対象に審判員の有酸素性能力と高校もしくは大学のトップカテゴリーの試合における運動量の関係を調査し、漸増運動負荷試験における血中乳酸濃度が 4 mmol/L (Onset of Blood Lactate Accumulation: OBLA) に達する走速度は主審とファウルとの距離 ( $r=-0.62$ ) ならびに時速 15km 以上の高強度ランニングの走行距離 ( $r=0.77$ ) と関連があることを明らかにした(Ishihara et al., 2015)。したがって、これらの先行研究から審判員の判定精度を高めるためには OBLA 時の走速度に代表される最大下有酸素運動能力を高める必要がある。

サッカー審判員のもう一つの特性として、サッカー選手より約 10~15 歳高い年齢まで活動していることが挙げられる。すなわち、審判員の加齢による体力低下を理解する必要がある。Casajus らはスペインのプロリーグの担当歴が 10 年以上ある審判員を Young (30 歳程度), Average (35 歳程度), Old (40 歳程度) の 3 群に分類した場合、最大酸素摂取量( $VO_{2max}$ ) および漸増運動負荷試験の最大走速度は群間に有意な差はないものの、OBLA 時の走速度などの最大下有酸素運動能力が Old 群で有意に低値を示したことを報告している(Casajus & Castagna, 2007)。加えて、Old 群は Young 群と比較し 50m 走タイムが有意に遅く、50m 走タイムと OBLA 時の走速度には有意な相関が認められた(Casajus & Castagna, 2007)。加齢による最大下運動能力低下の根底にあるメカニズムは解明されていないが、神経筋機能と最大下有酸素運動能力には強い関係があることを考慮すると(Nummela et al., 2006; Paavolainen et al., 1999)、加齢に伴う神経筋機能の低下が、Old 群の審判員における最大下

有酸素運動能力の低下と関連している可能性がある。試合中の活動分析においては、審判員における試合中の運動パフォーマンスには年齢効果があり、Old 群 (43~48 歳) は、Young 群 (31~36 歳) に比べて総走行距離、高強度ランニング・スプリントの走行距離が著しく少なかったことが報告されている(Weston et al., 2010)。しかし、これらの試合中の運動パフォーマンス低下は、主審とファウルとの距離に影響を与えなかったことから、Weston らは経験豊富な審判はより効率的な動きをしている可能性があるかと推察した(Weston et al., 2010)。しかし、Weston らは翌年の研究において、審判員の運動パフォーマンスの試合ごとのばらつきは年齢による影響を受けず、経験豊富な審判が試合中の運動パフォーマンスをうまく調整できるわけではないことを明らかにした(Weston, Drust, Atkinson, et al., 2011)。したがって、審判員は年齢に関わらず、優れた最大下有酸素運動能力と神経筋機能を有することが求められる。

最大下有酸素運動能力や神経筋機能を効果的に高めるためには科学的エビデンスに基づいたトレーニング処方が必要である。例えば、最大酸素摂取量や OBLA 時の走速度を高めるには、低・高強度のトレーニング比率を適切に設定することが求められる(Stöggl & Sperlich, 2014)。しかし、トレーニング強度の分類のため(すなわち、どの速度でランニングをした場合に低強度、または、高強度であるのか理解するため)には、研究機関において運動生理学的手法を用いたデータ測定を行う必要があり、一般の審判員には高いハードルがある。先行研究では、関東地方などのトップカテゴリー(Ishihara et al., 2015)、もしくは、国際大会に参加するエリート審判員(Castagna et al., 2019; Palmer et al., 2014)に関する体力データは散見されるものの、広島県や中国地域の試合を担当する審判員のデータは報告されていない。審判員の体力レベルは担当カテゴリーと相関するため(Palmer et al., 2014)、先行研究のデータから、広島県や中国地域の試合を担当する審判員に対する適切なトレーニング強度を推察することは困難である。したがって、広島県や中国地域の試合を担当する審判員の体力測定を実施し体力レベルの時系列変化を調査することで、適切なトレーニング強度を明らかにし、審判員の体力レベルの向上に寄与することができる。

そこで、「広島大学」と「広島県サッカー協会 審判委員会 フィットネス部会」との本共同研究では、広島県や中国地域の試合を担当する審判員の体力測定をシーズン中とシーズン後に実施し、体力レベルの時系列変化を調査することを目的とした。

(柳岡拓磨\*・藤内一寿)

## II 研究方法

### 1. 被験者

本研究の被験者は、日本サッカー協会サッカー 2 級審判資格を所持する 7 名の審判員とした。本研究は、広島大学大学院人間社会科学研究科の倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号: HR-ES-000292)。全ての被験者に対して実験の目的と内容について説明し、本人の自由な意思のもと、書面による研究参加への同意を得た。

### 2. 研究デザイン

被験者は身体特性、有酸素運動能力、等尺性膝伸展最大筋力を競技シーズン中(6月)および終了後(1月)に測定した。来研後、最初に身体特性の測定を行い、5分間のウォ

ーミングアップ（ジョギング）を実施した後に、等尺性膝伸展最大筋力、有酸素運動能力の順番で計測した。被験者は、各試験の24時間前からカフェインおよびアルコールの摂取を禁止され、3時間前より水以外の飲食を控えた。また、各試験の24時間前から疲労困憊に至る激しい運動を禁止された。

### 3. 測定項目

身体特性に関する項目として、年齢、身長、体重、除脂肪体重、体脂肪率を測定した。体重、骨格筋量、体脂肪率は、多周波生体電気インピーダンス分析機（InBody Japan 社製、InBody470）を用いて測定した。二重エネルギーX線吸収測定法と多周波生体電気インピーダンス分析の間に身体組成評価に関する有意な相関があることが報告されている(Alves et al., 2014)。

有酸素運動能力の測定のために走運動による漸増運動負荷試験を行った。漸増運動負荷試験は、通常環境（室温：20°C程度、相対湿度：40%程度）に設定した実験室内で電動トレッドミル（Technogym 社製、RUN 600）を用いて行われた。走速度は9 km/hから開始し、被験者が疲労困憊に至るまで1分間あたり1 km/hずつ増加させた。電動トレッドミルの傾斜は試験を通じて1%とした。心拍数は、心拍計（ポラール社製、RS800CX）を用いて5秒ごとに測定した。携帯型呼気ガス代謝分析器（VO2master 社製、VO2master）を用いて、breath-by-breath方式にてVO<sub>2</sub>および換気量（VE）を測定し、30秒間隔におけるVO<sub>2</sub>、VE、VE/VO<sub>2</sub>の平均値を算出した。試験前に1Lシリンジを用いて、携帯型呼気ガス代謝分析器の流量計を校正した。OBLAはVE/VO<sub>2</sub>が上昇し始めた走速度と定義した(Beaver et al., 1986)。また、疲労困憊時の走速度を最大走速度(Casajus & Castagna, 2007)、12km/hでの走行時の酸素摂取量をランニングエコノミー(Weston, Gregson, et al., 2011)と定義した。

右脚等尺性膝伸展筋力は、張力用アタッチメント（竹井機器工業社製、T.K.K.1269f）を用いて3秒間の膝伸展運動中に500Hzで測定した。膝伸展運動の測定肢位は、股・膝関節90°屈曲位の椅子座位とした。10 msごとに得られた値を平均し、その最大値を等尺性膝伸展最大筋力と定義した。

### 4. 統計解析

統計解析は、統計解析ソフトウェア（SPSS ジャパン社製、SPSS 26.0）を用いて行った。有意水準はすべて5%未満とし、全ての値は平均±標準偏差で示した。データの正規性をShapiro-Wilk検定を用いて確認し、対応のあるt検定を用いて競技シーズン中および終了後の差を分析した。また、効果量（Cohen's d）を算出し、その判断は小：0.20 < d < 0.59，中：0.60 < d < 1.19，大：1.20 < dとした(Cohen, 1988)。

（柳岡拓磨\*・藤内一寿）

## Ⅲ 研究の成果と今後の課題

本研究で得られた身体特性、有酸素運動能力、等尺性膝伸展最大筋力の結果を表1および表2に示した。シーズン後の年齢および最大走速度に対するOBLAの走速度は、シーズン前と比較し、有意な高値を示した（ $p < 0.05$ ）。シーズン後の最大心拍数に対するOBLA時の心拍数は、シーズン前と比較し、高値傾向を示した（ $p = 0.078$ ）。統計的有意差は認め

られなかったものの、シーズン後の OBLA の走速度 (Cohen's d = 0.67) および VO<sub>2max</sub> (Cohen's d = 0.73) はシーズン前と比較し、中程度の効果量が認められた。

本研究結果から、本研究で対象とした審判員はシーズン中からシーズン後にかけて身体組成の変化は認められず、最大下有酸素性運動能力の向上もしくは向上傾向、VO<sub>2max</sub> の上昇傾向が認められた。この結果は、シーズン終了後のサッカー選手はディトレニングによる身体組成の悪化、有酸素性運動能力の低下が認められるとする先行研究とは異なる結果であった(Silva et al., 2016)。この理由としてサッカー審判員はリーグ戦を戦うサッカー選手と比較しオフシーズンが短いことやオフシーズン中のトレーニング頻度などが考えられるが、本研究では明確な結論を示すことはできず今後の課題である。加えて、今後の研究課題として、得られた体力データから適切なトレーニング教育・指導ならびにトレーニング内容の検討を行うことが挙げられ、広島県サッカー協会との継続的な共同研究が求められる。

表 1. シーズン中および後の身体特性

	シーズン中 (6月)	シーズン後 (1月)	p値
年齢 (歳)	25.7 ± 7.7	26.3 ± 7.3	0.025
身長 (m)	1.77 ± 0.04	1.77 ± 0.05	1.000
体重 (kg)	69.0 ± 4.3	68.6 ± 3.7	0.561
除脂肪体重 (kg)	58.4 ± 2.7	57.6 ± 2.7	0.164
体脂肪率 (%)	15.2 ± 4.4	15.9 ± 4.1	0.384

平均±標準偏差 (n = 7)

表 2. シーズン中および後の有酸素運動能力, 等尺性膝伸展最大筋力

	シーズン中 (6月)	シーズン後 (1月)	p値
最大下有酸素性運動能力			
OBLA (km/h)	13.8 ± 1.6	14.7 ± 1.0	0.141
OBLA %VO <sub>2max</sub>	86.1 ± 5.7	88.7 ± 4.0	0.394
OBLA %最大心拍数	91.7 ± 2.9	94.1 ± 1.5	0.078
OBLA %最大疾走速度	76.7 ± 4.7	81.4 ± 3.3	0.041
ランニングエコノミー (ml/kg/min)	45.1 ± 3.7	46.4 ± 6.1	0.625
最大有酸素性運動能力			
VO <sub>2max</sub> (ml/kg/min)	60.9 ± 6.8	67.1 ± 9.9	0.127
VE <sub>max</sub> (l/min)	144.8 ± 9.3	141.7 ± 18.9	0.573
最大心拍数 (bpm)	193.7 ± 4.5	194.7 ± 10.9	0.785
最大疾走速度 (km/h)	18.0 ± 1.1	18.0 ± 0.6	1.000
等尺性膝伸展最大筋力 (N/kg)	6.7 ± 1.4	6.9 ± 1.7	0.708

平均±標準偏差 (n = 7), OBLA: Onset of Blood Lactate Accumulation, VO<sub>2max</sub>: 最大酸素摂取量, VE<sub>max</sub>: 最大換気量。

(柳岡拓磨\*・藤内一寿)

## 引用文献

- Alves, F. D., Souza, G. C., Biolo, A., & Clausell, N. (2014). Comparison of two bioelectrical impedance devices and dual-energy X-ray absorptiometry to evaluate body composition in heart failure. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 27(6), 632–638. <https://doi.org/10.1111/jhn.12218>
- Beaver, W. L., Wasserman, K., & Whipp, B. J. (1986). A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *Journal of Applied Physiology*, 60(6), 2020–2027. <https://doi.org/10.1152/jappl.1986.60.6.2020>
- Casajus, J. A., & Castagna, C. (2007). Aerobic fitness and field test performance in elite Spanish soccer referees of different ages. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(6), 382–389. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.08.004>
- Castagna, C., Bizzini, M., Araújo Póvoas, S. C., Schenk, K., Büsler, G., & D'Ottavio, S. (2019). Aerobic fitness in top-class soccer referee. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(11), 3098–3104. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002264>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Hossner, E.-J., Schnyder, U., Schmid, J., & Kredel, R. (2019). The role of viewing distance and viewing angle on referees' decision-making performance during the FIFA World Cup 2014. *Journal of Sports Sciences*, 37(13), 1481–1489. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1570898>
- Ishihara, Y., Naito, H., & Ozaki, H. (2015). Aerobic fitness relation to match performance of Japanese soccer referees. *Football Science*, 12, 91–97.
- Joo, C. H., & Jee, H. (2019). Activity profiles of top-class players and referees and accuracy in foul decision-making during Korean national league soccer games. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(9), 2530–2540. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003083>
- Krustrup, P., Helsen, W., Randers, M. B., Christensen, J. F., Macdonald, C., Rebelo, A. N., & Bangsbo, J. (2009). Activity profile and physical demands of football referees and assistant referees in international games. *Journal of Sports Sciences*, 27(11), 1167–1176. <https://doi.org/10.1080/02640410903220310>
- Mallo, J., Frutos, P. G., Juárez, D., & Navarro, E. (2012). Effect of positioning on the accuracy of decision making of association football top-class referees and assistant referees during competitive matches. *Journal of Sports Sciences*, 30(13), 1437–1445. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.711485>
- Mallo, J., Navarro, E., Aranda, J. M. G., & Helsen, W. (2009). Activity profile of top-class association football referees in relation to fitness-test performance and match standard. *Journal of Sports Sciences*, 27(1), 9–17. <https://doi.org/10.1080/02640410802298227>
- Nummela, A. T., Paavolainen, L. M., Sharwood, K. A., Lambert, M. I., Noakes, T. D., & Rusko, H. K. (2006). Neuromuscular factors determining 5 km running performance and running economy in well-trained athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 97(1), 1–8. <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0147-3>



- Paavolainen, L., Häkkinen, K., Hämäläinen, I., Nummela, A., & Rusko, H. (1999). Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *Journal of Applied Physiology*, 86(5), 1527–1533. <https://doi.org/10.1152/jappl.1999.86.5.1527>
- Palmer, T. B., Hawkey, M. J., Smith, D. B., & Thompson, B. J. (2014). The influence of professional status on maximal and rapid isometric torque characteristics in elite soccer referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(5), 1310–1318. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000278>
- Pizzera, A., Laborde, S., Lahey, J., & Wahl, P. (2022). Influence of physical and psychological stress on decision-making performance of soccer referees. *Journal of Sports Sciences*, 40(18), 2037–2046. <https://doi.org/10.1080/02640414.2022.2127516>
- Silva, J. R., Brito, J., Akenhead, R., & Nassis, G. P. (2016). The transition period in soccer: A window of opportunity. *Sports Medicine*, 46(3), 305–313. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0419-3>
- Stöggl, T., & Sperlich, B. (2014). Polarized training has greater impact on key endurance variables than threshold, high intensity, or high volume training. *Frontiers in Physiology*, 5, 1–9. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00033>
- Weston, M., Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Bizzini, M., Williams, A. M., & Gregson, W. (2012). Science and medicine applied to soccer refereeing: An update. *Sports Medicine*, 42(7), 615–631. <https://doi.org/10.2165/11632360-000000000-00000>
- Weston, M., Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., & Breivik, S. (2010). Ageing and physical match performance in English Premier League soccer referees. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 96–100. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.07.009>
- Weston, M., Drust, B., Atkinson, G., & Gregson, W. (2011). Variability of soccer referees' match performances. *International Journal of Sports Medicine*, 32(3), 190–194. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1269843>
- Weston, M., Drust, B., & Gregson, W. (2011). Intensities of exercise during match-play in FA Premier League referees and players. *Journal of Sports Sciences*, 29(5), 527–532. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.543914>
- Weston, M., Gregson, W., Castagna, C., Breivik, S., Impellizzeri, F. M., & Lovell, R. J. (2011). Changes in a top-level soccer referee's training, match activities, and physiology over an 8-year period: A case study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(2), 281–286. <https://doi.org/10.1123/ijsp.6.2.281>