

ジュニア男子エリートアスリート における心電図特性の検討 —右室電位に着目して—

Electrocardiographic characteristics of junior elite male athletes

高萩恵子*¹, 磯 良崇*^{2,3,4}, 北井仁美*^{1,2}, 西中直也*²
船登雅彦*², 三邊武幸*², 鈴木 洋*^{2,4}

キー・ワード：junior male athletes, electrocardiography, right ventricle
ジュニア男子アスリート, 心電図, 右室

【要旨】 小児期から思春期への発達に伴い、心電図変化を認めることは知られている。しかし、高度なスポーツ活動を行うジュニアアスリートにおいて、心電図特性を検討した報告は少ない。本研究では、国内トップレベルの18歳未満男子アスリート16名（ジュニアアスリート群：平均年齢 13.3 ± 3.0 歳）を対象に、心電図の各構成成分を計測し、Sokolow-Lyonの基準式を用い、左室電位および右室電位を算出した。成人男性アスリート8名（平均年齢 28.6 ± 3.8 歳）との比較では、ジュニアアスリート群は、PR時間とQRS時間が有意に短く、V1R波高は有意に高値であった。左室電位（SV1+RV5）は両群で差がなかったが、右室電位（RV1+SV6）は、ジュニアアスリート群で有意に高値であった。また、同年代の非アスリート男子13名（非アスリート群：平均年齢 13.2 ± 2.0 歳）との比較で、右室電位は、有意ではないがジュニアアスリート群で高値傾向であった。右室電位の年齢による分布では、非アスリート群では年齢とともに減弱し負の相関を示したが、ジュニアアスリート群では認めなかった。ジュニアアスリート群を12歳以降で検討したところ、非アスリート群と異なり、右室電位は年齢と正相関を示した。ジュニアアスリートでは、年齢因子に加えトレーニングの影響に伴う適応変化が右室電位に反映されている特性が示された。

はじめに

スポーツ心臓(athlete's heart)は、高強度トレーニングの長期的反復による循環器系の生理的適応現象のひとつとして知られている。高強度の持久的運動に必要とされる心拍出量の増加は、心房心室の拡大・壁肥厚・拡張能の亢進・迷走神経緊張などをもたらす¹⁾。そして、それらの帰結が心電図に反映されるが、一般健常人では逸脱所見とされる変化を認め、心筋症など心血管系異常と類似し

た変化も存在することから、病的所見との精密な鑑別が必要である²⁻⁷⁾。

成人アスリートを対象とした心電図変化に関する検討は、数多く報告され、国際判定基準も示されている。しかし、小児や思春期のアスリートを対象とした報告は限られている。成人に至るまで、小児から思春期は身体の成長過程であり、心臓もまた成熟性変化をたどっている。そのため、成人アスリートで見られるスポーツ心臓の所見を、そのまま小児・思春期アスリートに適応することは、妥当性に課題があり、検証していく必要がある。また、本邦においても、競技スポーツに取り組んでいる小児の数は増加し、より低年齢から高度なトレーニングに取り組んでいる傾向にあることから、重大な心事故を防ぐために、12誘導心電

*1 昭和大学藤が丘病院臨床病理検査室

*2 昭和大学スポーツ運動科学研究所

*3 昭和大学藤が丘リハビリテーション病院循環器内科

*4 昭和大学藤が丘病院循環器内科

表1 ジュニアアスリート群の競技種目, 競技成績, スポーツ強度

	年齢 (歳)	競技種目	競技成績	スポーツ強度
1	15	テニス	U15 全国選抜ジュニア	2-C
2	13	レスリング	全国選手権優勝	3-B
3	10	バドミントン	全国選手権優勝	1-C
4	10	レスリング	全国選手権優勝	3-B
5	14	硬式テニス	全国中学生選手権出場	2-C
6	17	セーリング	ジュニアグランプリ U16 優勝	3-A
7	15	スキー (ジャンプ)	全国中学大会 2 位	2-B
8	14	水泳	県大会優勝	2-C
9	14	空手	全国選手権大会準優勝	3-A
10	12	レスリング	全国選手権優勝	3-B
11	7	自転車競技	全日本 BMX 選手権 6 位	3-C
12	16	テニス	U15 全国選抜ジュニア優勝	2-C
13	17	フィギアスケート	全国高等学校大会 6 位	2-B
14	10	卓球	東アジア代表選手選考会出場	1-B
15	17	テニス	全日本選手権 U18 3 位	2-C
16	12	クロスカントリー	ジュニア大会優勝	2-C

図による定期的なスクリーニングは重要性が増すと考える。そして、適切な鑑別診断を行うためには、成長期ジュニアアスリートの心電図におけるスポーツへの適応性変化を検討することは意義がある。

このような背景から、本研究では、国内大会・選手権で上位クラスの18歳未満男子アスリートを対象とし、成人男性アスリートならびに同年代の非アスリート男子と心電図計測値を比較することにより、その特性を検討した。

対象および方法

1. 対象

2015年から2019年の間に昭和大学藤が丘リハビリテーション病院で、メディカルチェックを実施した国内全国大会上位レベルの18歳未満男子アスリート16名(ジュニアアスリート群:平均年齢 13.3 ± 3.0 歳)を対象とした。表1に、競技種目、競技成績およびAHA/ACCによるスポーツ強度分類⁸⁾を示す。比較対象として、同様にメディカルチェックを実施した男性成人アスリート8名(成人アスリート群:平均年齢 28.6 ± 3.8 歳、競技種目:カーリング(4名)、自転車競技(2名)、ゴルフ(1名)、アーチェリー(1名))と、無作為に抽出した競技スポーツ参加をしていない健常男子13名(非アスリート男子群:平均年齢 13.2 ± 2.0 歳)を用いた。体脂肪率および骨塩量は、DEXA(dual-energy X-ray absorptiometry)法で計測し

た。

全対象者において、器質的心疾患および家族歴、失神既往や胸部症状は認めなかった。なお本研究は、昭和大学藤が丘病院/藤が丘リハビリテーション病院倫理委員会の承認を得て実施し、18歳未満の未成年対象者は、親権者の同意を得た。

2. 心電図測定・計測法

背臥位にて標準12誘導心電図装置(日本光電社製 ECG-2550)を用いて、安静時心電図を測定した。心電図自動解析プログラムシステムで得られた以下の計測値に関して検討を行った:心拍数, PR時間, QRS時間, QT時間, QTc時間, P軸(以下 axis), QRS axis, T axis, V5R波振幅(以下 amp), V1S波 amp, 平均RR時間, P波幅, IIP波 amp, V1R波 amp, V6S波 amp(図1)。また, Sokolow-Lyon基準式を用いて、左室電位(V1S波 amp + V5R波 amp, 肥大基準 $>3.5\text{mV}$)と、右室電位(V1R波 amp + V6S波 amp, 肥大基準 $>1.05\text{mV}$)を検討した⁹⁾。

3. 統計

心電図計測値を平均値 \pm 標準偏差で表し、2群間の比較は、対応のないStudent-t検定を用いた。3群間の比較には、一元配置分散分析を行い、Tukey-Kramer法による多重比較検定を行った。Pearsonの積率相関係数を用い、18歳未満男子の年齢と右室電位の単相関分析を行った。統計解析ソフトはJMP pro14を使用し、両側p値が0.05%未満を統計学的有意水準とした。

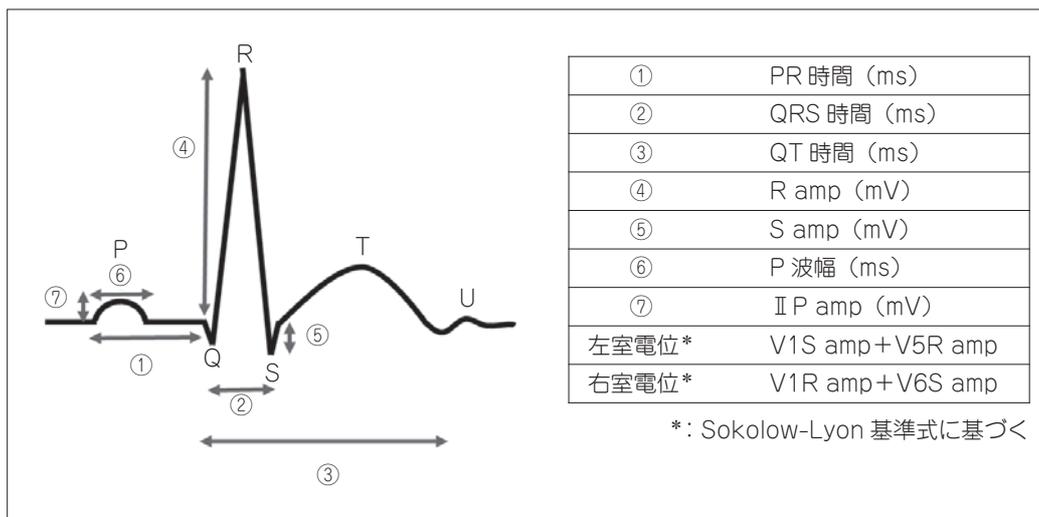


図1 心電図波形 (模式図) および計測項目

表2 身体特性

	ジュニアアスリート群 n=16	成人アスリート群 n=8	非アスリート男子群 n=13
年齢 (歳)	13.3±3.0*	28.6±3.8	13.2±2.0*
身長 (cm)	158.1±15.4*	175.9±6.2	159.7±13.1*
体重 (kg)	49.7±12.5*	73.0±9.6	50.7±11.5*
BMI (kg/m ²)	19.5±1.9*	23.5±2.2	19.6±2.2*
BSA (m ²)	1.5±0.3*	1.9±0.2	1.5±0.2*
体脂肪率 (%)	17.3±4.0	14.5±5.1	N/A
骨塩量 (g/cm ²)	1.0±0.2*	1.3±0.1	N/A

N/A : not available (未測定). * : P<0.05% vs 成人アスリート群.

表3 ジュニアアスリート群と成人アスリート群の心電図計測値結果

図1での計測部位	ジュニアアスリート群 n=16	成人アスリート群 n=8	p 値
心拍数 (bpm)	59.3±10.8	52.9±6.1	n.s.
RR 時間 (ms)	1033±183	1139±160	n.s.
① PR 時間 (ms)	145.6±17.6	178.3±15.2	<0.05
② QRS 時間 (ms)	94.1±12.3	106.3±12.3	<0.05
QRS axis (deg)	70.7±18.3	75.1±17.5	n.s.
③ QT 時間 (ms)	411.4±29.1	421.3±26.3	n.s.
QTc 時間 (ms)	404.1±16.7	401.6±15.0	n.s.
T axis (deg)	41.1±10.4	45.3±24.1	n.s.
④ V5R 波 amp (mV)	2.3±0.8	2.3±0.5	n.s.
④ V1R 波 amp (mV)	0.68±0.34	0.40±0.09	<0.05
⑤ V1S 波 amp (mV)	1.4±0.5	1.2±0.2	n.s.
⑤ V6S 波 amp (mV)	0.23±1.2	0.14±0.16	n.s.
⑥ P 波幅 (ms)	99.9±9.0	106.3±9.2	n.s.
P axis (deg)	36.2±20.6	46.4±16.9	n.s.
⑦ IIP 波 amp (mV)	0.09±0.05	0.08±0.03	n.s.

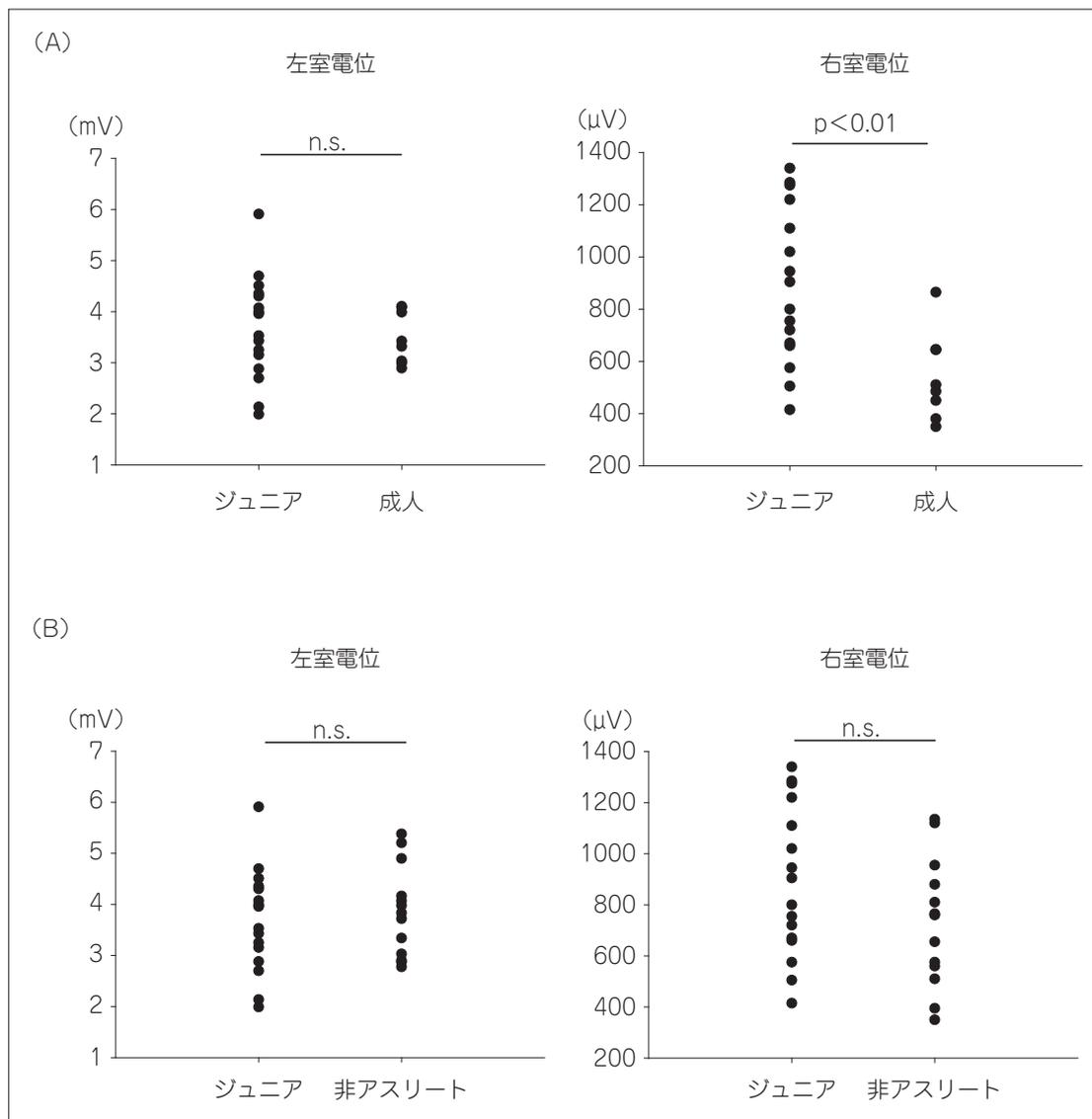


図2 Sokolow-Lyon 基準式による左室電位と右室電位. (A) ジュニアアスリート群と成人アスリート群の比較. (B) ジュニアアスリート群と非アスリート男子群の比較.

結 果

1. 身体特性の比較

ジュニアアスリート, 成人アスリートおよび非アスリート男子の3群における身体特性の比較を, 表2に示す. ジュニアアスリート群は, 成人アスリート群と比較し, 身長, 体重, BMI, BSA, 骨塩量が有意に低値であり, 成長過程であることが示された. ジュニアアスリート群と非アスリート男子群では, 差は認めなかった.

2. ジュニアアスリート群と成人アスリート群の心電図所見および計測値の比較

ジュニアアスリート群の心電図所見に異常所見は認めず, アスリートにおける正常所見内として,

洞性徐脈3名(19%), V3誘導の陰性T波3名(19%), 洞性不整脈2名(13%), 早期再分極4名(25%), 非特異的心室内伝導障害1名(6%), 左室高電位4名(25%)であった. 成人アスリートにおいても異常所見は認めず, 早期再分極4名(50%), 洞性徐脈1名(13%), 左室高電位2名(25%)であった.

心電図計測値では, ジュニアアスリート群は成人アスリート群と比較し, PR時間, QRS時間は有意に短く, V1R波 ampが有意に高値であった(表3). Sokolow-Lyon 基準式による左室電位は, 2群間で差は認めなかったが, 右室電位はジュニアアスリート群で有意に高値であった(図2A). 右室肥大基準(右室電位>1.05mV)は, ジュニアアス

表4 ジュニアアスリート群と非アスリート男子群の心電図計測値結果

図1での計測部位	ジュニアアスリート群 n=16	非アスリート男子 群 n=13	p 値
心拍数 (bpm)	59.3±10.8	63.8±11.2	n.s.
RR 時間 (ms)	1033±183	957±146	n.s.
① PR 時間 (ms)	145.6±17.6	138.3±11.9	n.s.
② QRS 時間 (ms)	94.1±12.3	88.6±4.8	n.s.
QRS axis (deg)	70.7±18.3	74.2±16.0	n.s.
③ QT 時間 (ms)	411.4±29.1	403.8±31.3	n.s.
QTc 時間 (ms)	404.1±16.7	409.9±16.5	n.s.
T axis (deg)	41.1±10.4	45.2±12.2	n.s.
④ V5R 波 amp (mV)	2.3±0.8	2.3±0.6	n.s.
④ V1R 波 amp (mV)	0.68±0.34	0.64±0.26	n.s.
⑤ V1S 波 amp (mV)	1.4±0.5	1.6±0.5	n.s.
⑤ V6S 波 amp (mV)	0.23±1.2	0.09±0.10	<0.05
⑥ P 波幅 (ms)	99.9±9.0	97.1±3.8	n.s.
P axis (deg)	36.2±20.6	40.8±19.9	n.s.
⑦ IIP 波 amp (mV)	0.09±0.05	0.08±0.04	n.s.

リート群で5名が該当したが、成人アスリート群では認めなかった。

3. ジュニアアスリート群と非アスリート男子群の心電図所見および計測値の比較

非アスリート男子群の心電図所見に異常所見は認めなかった。心電図計測値の比較では、ジュニアアスリート群は、V6S 波 amp が有意に深く、右室電位は、有意差はないが大きい傾向であった(図2B)。左室電位やその他の項目に差は認めなかった(図2B, 表4)。

両群において、各年齢における右室電位の分布を検討した。非アスリート男子群では、年齢が上がるとともに、右室電位は減弱し負の相関性 ($r = -0.62, p = 0.02$) を認めたが、一方で、ジュニアアスリート群では相関性はなかった(図3A)。Scammon の発育曲線で、心臓の発達は、思春期の12~13歳から急増することが知られている¹⁰⁾。そのため、ジュニアアスリート群を12歳以降で検討したところ、非アスリート男子群とは相反し、右室電位と年齢には有意な正相関 ($r = 0.69, p = 0.01$) を認めた(図3B)。12歳以降の非アスリート男子群・ジュニアアスリート群ならびに成人アスリート群の3群で、右室電位を比較したところ、ジュニアアスリート群は成人アスリート群に対し有意に高値であったが、成人群と非アスリート男子群では有意差を認めなかった(図3C)。

考 察

本研究では、国内上位レベルの18歳未満男子アスリートにおける心電図特性を検証した。成人男性アスリートと比較し、Sokolow-Lyon 基準式による右室電位は高値であり、一方で、左室電位に差はみられなかった。

スポーツ心臓は、左室の適応変化に関する記述が中心であったが、超音波診断装置・画像解析の進歩や心臓MRIの登場により右室における適応変化も明らかになってきた¹¹⁻¹³⁾。心電図の検討では、英国のSharmaらのグループによる14~35歳のアスリートを対象にした報告で、Sokolow-Lyon による右室肥大基準該当は、アスリート群で約12~15%、健常コントロールでは5%前後であった^{9,14)}。人種別では、白人と黒人において頻度に差を認めなかった¹⁴⁾。スポーツ心臓の形質に影響する因子として、人種とともに年齢も重要である。同グループは、14~18歳のジュニアアスリートでの検討も行い、アスリート群で12%、健常コントロールでは10%と報告した¹⁵⁾。しかしながら、同じ英国からの報告で、Somaurooら¹⁶⁾は、10代の男子プロサッカー選手を調査し、Sokolow-Lyon に基づく右室肥大は0.6%で稀であるとした。

ジュニアアスリートにおける心電図所見の報告は限られ、右室電位・肥大に関しては更に限定的であり、上述の通り、まだ一定の見解を得ていな

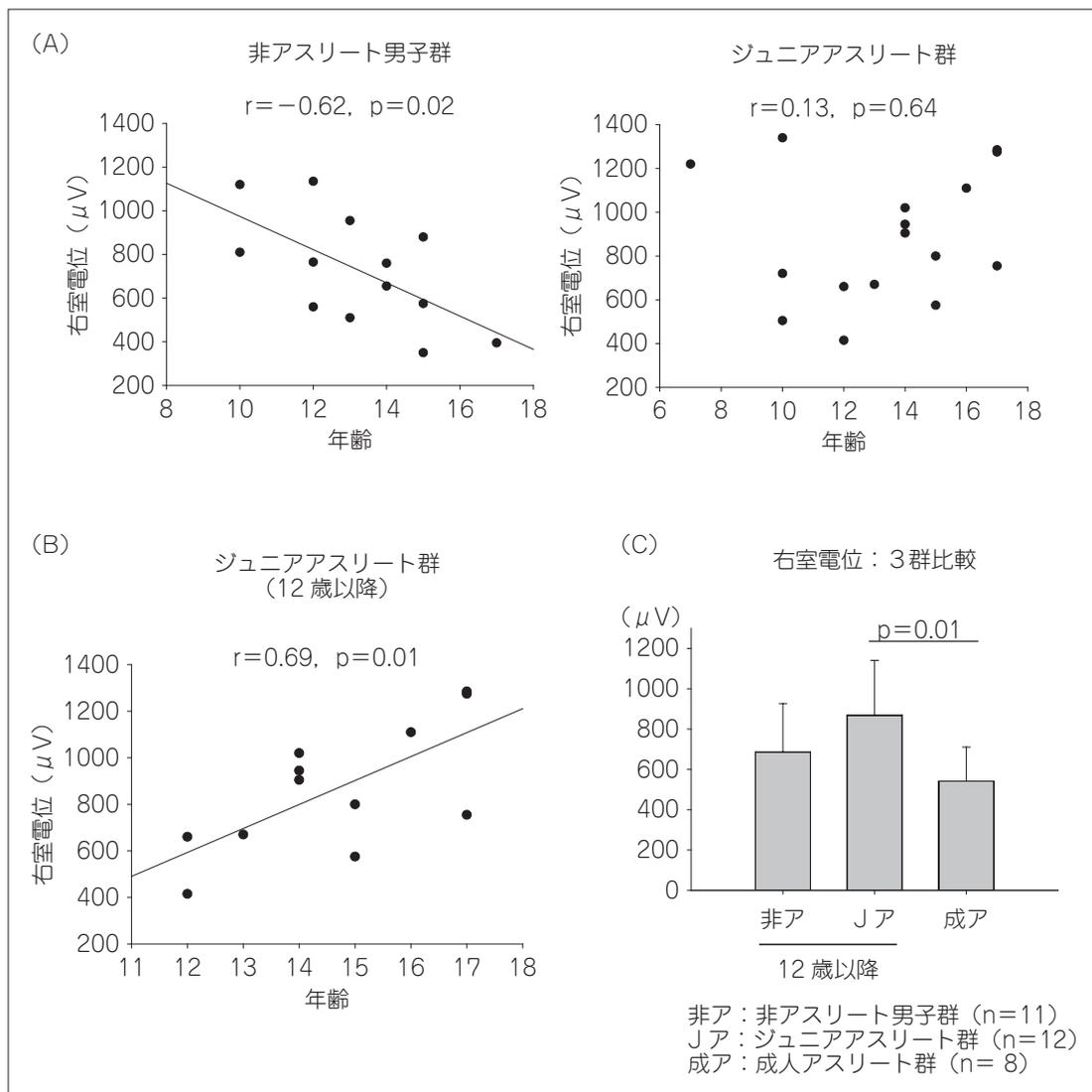


図3 (A) 非アスリート男子群とジュニアアスリート群における右室電位と年齢の相関性. (B) 12歳以降のジュニアアスリート群における右室電位と年齢の相関性. (C) 右室電位の3群比較：非アスリート男子群 (12歳以降) vs ジュニアアスリート群 (12歳以降) vs 成人アスリート群.

い. また, 本邦では報告がないため, 本研究を実施した. 少数例ではあるが, 国内上位レベルのジュニア男子アスリートの右室肥大基準該当は31% (5/16例)と既報より頻度が多かった. 一方で, 成人男性アスリートでは認めなかった. さらに詳細な右室電位の検討で, ジュニアアスリートの方が, 統計学的に有意に電位が大きいことを明らかにし, スポーツ心臓の表現形質の年齢による差異において新知見が得られた.

思春期とは, 幼児・小児から成人に至る心身の成熟過程であり, 心臓もその成長過程に包括される. 体格差のある成人と比較し心筋重量・サイズともに小児では小さいため, 心電図上のPR, QRS時間が短いことが報告されており¹⁷⁾, 本研究にお

いても, 成人アスリート群に比べジュニアアスリート群では, 体格差を認めるとともにPQ, QRS時間は有意に短かった. また, 生後すぐは, 胎生期の循環動態の影響で, 右室優位であるが, 血行動態の変化および成長に伴い, 左室優位に適応していく¹⁸⁾. このことから, 右室電位に関する所見は, アスリートに限らず思春期固有の現象の可能性があるため, 同年代の非アスリートと比較検討を行った. Sokolow-Lyonによる右室電位は, アスリート群で大きい傾向であったが, 統計学的有意差は認めなかった.

しかしながら, 興味深いことに, 非アスリート男子群では, 年齢に伴い右室電位は減弱していた. 現在も用いられているScammonが示した古典的

な身体発育曲線では、20歳までの発育パターンは4つに分類され、循環器系臓器は骨格筋と同様に一般型となり、12歳頃から急速に発達することが知られている¹⁰⁾。そのため、思春期前では、右室電位は、主に右室優位形質の残存や胸壁の稀薄性などの特性に規定され、通常は成長に伴う身体変化に応じ低下していく可能性が推察された。しかし、ジュニアアスリート群では同様な傾向を認めなかった。若齢な程、その解剖学的特性に加え鍛錬時間・期間も短いため、継続的なトレーニングに対する右室電位への影響は、12歳以降において顕著になる可能性が考慮され、アスリート群を同年代で分けて検討したところ、非アスリート男子群と相反し、右室電位は年齢とともに増高を示した。このことは、ジュニアアスリートの心電図所見を解釈するにあたり、ライフステージの影響だけでなくトレーニングに伴う変化として、右室電位の重要性を示唆するものと考えられた。

この見解を支持し得る報告として、小児期の男子水泳選手を対象とした心臓超音波検査の検討がある¹⁹⁾。この報告では、アスリートはコントロール(同年代の非アスリート)と比較し、右室径・面積が拡大していた。アスリートにおいて、集中的なトレーニングを5か月実施した後、フォローアップ検査を行い、ベースラインと比べ、右室径・面積がさらに拡大していたことを明らかにした。成長過程における高強度のトレーニングは、右室の成長に付加的効果を与えると考えられる。我々が対象とした国内上位レベルのジュニア男子アスリートは、幼少期より高強度トレーニングを反復・継続しており、それによって右室負荷が持続し、思春期以降に顕在化し、本来年齢とともに減高する右室電位が増高または残存した結果、年齢と右室電位は、正の相関関係を示したことが推察された。

心電図検査は、簡易的で非侵襲性の検査方法であるため、小児期から実施することが可能である。しかし、心臓の左右心室比、位置、胸部の形や大きさに影響され、成長過程に伴い変化するため、判定に留意が必要である。前述の通り、ジュニアアスリートでは、さらにトレーニングによる影響も考慮を要する。ジュニアアスリートの心電図所見で右室高電位を認めた場合、右室負荷が考えられる肺動脈狭窄や先天性心疾患、突然死を来す不整脈源性右室心筋症などの疾患との適切な鑑別が

重要である⁵⁾。心疾患を見逃さないのと同時に、不要な精査やスポーツ制限をしないように偽陽性判定をさけることも大事である。

本研究の限界として、①当院のメディカルチェックを受診した男子アスリートを対象としているため、少数例の検討であり、統計解析へ与える影響を考慮する必要があること。②これに関連している可能性があるが、競技種目や競技強度別での右室電位への影響を言及できていないこと。③心電図検査だけの検討であるため、画像検査で得られる定量的な右心系の評価については不明であること。④個々の症例の追跡調査を実施できていないため、競技活動時間・年数と右室電位の変化の関連性については言及できないこと。⑤男子のみの検討であるため、性差の検討を実施できていないこと、があげられる。従って、以上の課題を踏まえた今後の更なる検討が必要である。

結 語

本研究では、18歳未満のジュニア男子アスリートの心電図所見・計測値を検討し、成人アスリートと非アスリートとの比較において、右心負荷への適応性変化の可能性を示す特性を認めた。トレーニングが、心臓の発達に影響する可能性が示唆され、ジュニアアスリートにとっても、メディカルチェックは非常に重要であると考えられる。今後、成長の過程における中・長期的な追跡調査を行い、さらに心電図学的検証を積み重ねることが必要である。

利益相反

本研究に関連して、大東建託株式会社から昭和大学スポーツ運動科学研究所へ受託研究費の供与を受けている。

文 献

- 1) Pluim BM, Zwinderman AH, van der Laarse A, et al. The athlete's heart. A meta-analysis of cardiac structure and function. *Circulation*. 2000; 101: 336-344.
- 2) 磯 良崇, 北井仁美. スポーツによる心電図変化. *臨床スポーツ医学*. 2018; 35: 546-553.
- 3) Maron BJ, Pelliccia A. The heart of trained athletes: cardiac remodeling and the risks of sports, including sudden death. *Circulation*. 2006; 114: 1633-1644.

- 4) Pelliccia A, Maron BJ, Culasso F, et al. Clinical significance of abnormal electrocardiographic patterns in trained athletes. *Circulation*. 2000; 102: 278-284.
- 5) Corrado D, Pelliccia A, Heidbuchel H, et al. Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. *Eur Heart J*. 2010; 31: 243-259.
- 6) Chandra N, Bastiaenen R, Papadakis M, et al. Sudden cardiac death in young athletes: practical challenges and diagnostic dilemmas. *J Am Coll Cardiol*. 2013; 61: 1027-1040.
- 7) Drezner JA, Sharma S, Baggish A, et al. International criteria for electrocardiographic interpretation in athletes: Consensus statement. *Br J Sports Med*. 2017; 51: 704-731.
- 8) Levine BD, Baggish AL, Kovacs RJ, et al. Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Task Force 1: Classification of Sports: Dynamic, Static, and Impact: A Scientific Statement From the American Heart Association and American College of Cardiology. *Circulation*. 2015; 132: e262-e266.
- 9) Zaidi A, Ghani S, Sheikh N, et al. Clinical significance of electrocardiographic right ventricular hypertrophy in athletes: comparison with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy and pulmonary hypertension. *Eur Heart J*. 2013; 34: 3649-3656.
- 10) 原 光彦. 発育期と運動—小児科系. In: 日本スポーツ協会指導者育成専門委員会スポーツドクター部会(監修). スポーツ医学研修ハンドブック. 第2版. 東京: 文光堂; 58-66, 2011.
- 11) D'Ascenzi F, Pelliccia A, Corrado D, et al. Right ventricular remodelling induced by exercise training in competitive athletes. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016; 17: 301-307.
- 12) La Gerche A, Burns AT, Mooney DJ, et al. Exercise-induced right ventricular dysfunction and structural remodelling in endurance athletes. *Eur Heart J*. 2012; 33: 998-1006.
- 13) D'Ascenzi F, Picicchio C, Caselli S, et al. RV Remodeling in Olympic Athletes. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2017; 10: 385-393.
- 14) Zaidi A, Ghani S, Sharma R, et al. Physiological right ventricular adaptation in elite athletes of African and Afro-Caribbean origin. *Circulation*. 2013; 127: 1783-1792.
- 15) Sharma S, Whyte G, Elliott P, et al. Electrocardiographic changes in 1000 highly trained junior elite athletes. *Br J Sports Med*. 1999; 33: 319-324.
- 16) Somauroo JD, Pyatt JR, Jackson M, et al. An echocardiographic assessment of cardiac morphology and common ECG findings in teenage professional soccer players: reference ranges for use in screening. *Heart*. 2001; 85: 649-654.
- 17) O'Connor M, McDaniel N, Brady WJ. The Pediatric Electrocardiogram: Part I: Age-related Interpretation. *Am J Emerg Med*. 2008; 26: 506-512.
- 18) 高木純一. 小児心電図の特徴. In: 吉兼由佳子, 濱本邦洋(編). 小児心電図ハンドブック. 初版. 東京: 中外医学社; 1-6, 2013.
- 19) D'Ascenzi F, Pellicciab A, Valentinia F, et al. Training-induced right ventricular remodelling in pre-adolescent endurance athletes: The athlete's heart in children. *Int J Cardiol*. 2017; 236: 270-275.

(受付: 2019年9月13日, 受理: 2020年9月11日)

Electrocardiographic characteristics of junior elite male athletes

Takahagi, K.^{*1}, Iso, Y.^{*2,3,4}, Kitai, H.^{*1,2}, Nishinaka, N.^{*2}
Funato, M.^{*2}, Sambe, T.^{*2}, Suzuki, H.^{*2,4}

^{*1} Clinical Pathology and Laboratory, Showa University Fujigaoka Hospital

^{*2} Showa University Research Institute for Sport and Exercise Sciences

^{*3} Division of Cardiology, Showa University Fujigaoka Rehabilitation Hospital

^{*4} Division of Cardiology, Department of Internal Medicine, Showa University Fujigaoka Hospital

Key words: junior male athletes, electrocardiography, right ventricle

[Abstract] It is important to understand cardiac adaptation to intensive exercise in child and adolescent athletes to differentiate between normal physiology and pathology. We performed electrocardiogram (ECG) screening and analyzed the ECG parameters in national top-level male junior ($n=16$, 13.3 ± 3.0 yrs) and adult ($n=8$, 28.6 ± 3.8 yrs) athletes. The PR and QRS were significantly shorter and V1R was significantly higher in the junior than the adult athletes. Left ventricular (LV) voltage and right ventricular (RV) voltage were calculated by the Sokolow-Lyon formula as follows: $SV1 + RV5$ for the LV and $RV1 + SV6$ for the RV. LV voltage was not different between the two groups. On the other hand, RV voltage was significantly higher in the junior than the adult athletes. We also compared the RV voltage between junior athletes and control male adolescents ($n=13$, 13.2 ± 2.0 yrs). The RV voltage in the junior athletes was somewhat higher than in the controls although the difference was not significant. RV voltage in the controls decreased age-dependently, whereas it showed a significant positive association with age in junior athletes more than 12-yrs old. In conclusion, training-related electrical changes in RV is likely an important feature in male junior athletes.