©NSCA JAPAN
Volume 29, Number 6, pages 40-49

Key Words【骨盤底機能障害：pelvic floor dysfunction、スポーツ：sport、女性の健康：women's health、尿失禁：urinary incontinence】

女性アスリートにおける骨盤底機能障害

Pelvic Floor Dysfunction in Female Athletes

Tamara Rial Rebullido, [1] Ph.D., CSPS　**Iván Chulvi-Medrano,** [2] Ph.D., CSCS
Avery D. Faigenbaum, [3] Ed.D., CSCS, CSPS, FNSCA　**Andrea Stracciolini,** [4] M.D.
[1]International Hypopressive and Physical Therapy Institute, Vigo, Spain
[2]University of Alicante, Alicante, Spain
[3]Department of Health and Exercise Science, The College of New Jersey, Ewing, New Jersey
[4]Division of Sports Medicine, Children's Hospital Boston, Harvard Medical School, Boston, Massachusetts

要約

女性アスリートにおける骨盤底機能障害(PFD)は、生活の質、競技パフォーマンス、およびスポーツ参加に悪影響を及ぼしうる。ランニング、ジャンプ、およびインパクト(衝撃)の高い着地を伴うスポーツに参加している女性アスリートは、非アスリートの女性に比べてPFDを生じるリスクが高いことが研究によって示されている。高い衝撃力がもたらす負荷と腹圧の上昇、ならびに骨盤底筋の神経筋疲労が女性アスリートにおけるPFDの原因となりうる。スポーツコーチ、フィットネス専門職、および医療従事者は、女性アスリートのPFDに関する意識を高め、骨盤底の機能を増進する上で重要な役割を担う。

序論

何百万もの女性アスリートが、地域、地区、全国、および世界レベルでスポーツに参加している。スポーツ参加は、身体的、心理社会的、および認知的に多くの利点をもたらす一方、有害事象や傷害、疾患のリスクも存在する(28,46)。女性アスリート固有のバイオメカニクス的および解剖学的特性として、膝関節の外反角度が大きいことや関節弛緩性を有することにより、筋骨格系傷害(例：前十字靭帯損傷や膝蓋大腿疼痛)(20,85)、医学的問題(例：低骨量やスポーツにおける相対的エネルギー不足)(1,46,50)、および月経障害や骨盤底機能障害(PFD)などの特異的な女性泌尿器科的問題を生じるリスクが高い(43,52)。

PFDは、正常な骨盤底の機能に影響が及ぶことで生じる様々な障害の総称である(11)。女性のPFDの主なタイプは、尿失禁(UI)、便失禁、骨盤臓器脱、骨盤痛、および性機能障害である(11)。**表1**に、女性のPFDのタイプとその定義を示した。女性におけるPFDの有病率の高さは、現在では重要な公衆衛生上の問題とみなされている(30)。驚くことに、全年齢層の女性の約25%が、ひとつかそれ以上のPFDを有している(30,63)。なかでもUIは、女性の全年齢層を通じて最も一般的なPFDであり(61)、また意外かもしれないが、高校および大学生年齢の女性アスリートにおける有病率が高い(15,33,42,87)。

高インパクト(衝撃)および高強度の

表1　女性における骨盤底機能障害のタイプ

骨盤底機能障害	定義
尿失禁	不随意の尿漏れ全般
腹圧性尿失禁	労作時に尿が漏れること(くしゃみ、咳、笑い、重いものを持ち上げた際)
運動性尿失禁	運動時に尿が漏れること
切迫性尿失禁	尿意を伴う尿漏れ
混合型尿失禁	腹圧性尿失禁と切迫性尿失禁が組み合わさったもの
便失禁	固形または液状の便が不意に漏れること
骨盤臓器脱	前膣壁(膀胱瘤)、後膣壁(直腸瘤)、または膣尖部(子宮脱または膣円蓋脱)が正常な解剖学的位置から下垂すること
骨盤痛	骨盤関連の構造に生じる慢性または持続性の疼痛
性機能障害	性欲の低下、性的快感の低下、性器反応不全、オルガスム障害、および性交時の痛み(性交疼痛症)といった広範な症状の総称

運動が女性アスリートにおけるPFDの危険因子のひとつと考えられるが、これはジャンプ、ランニング、または着地の際に腹圧が上昇し、それが骨盤底の構造に過負荷をもたらして骨盤底筋群(PFM)の収縮力を低下させうるためである(8)。近年の系統的レビューにおけるメタ分析の結果、女性アスリートにおけるUIの有病率の加重平均は36%であり、また、女性アスリートがUIを訴える確率は非活動的な女性の2.77倍に上ることが明らかになっている(87)。腹圧性UIと切迫性UIの有病率はいずれも、エリートレベルの女性アスリートおよび高インパクト運動を実施する女性において、非アスリート女性を上回ることが明らかになっている(9,81)。女性アスリートにおけるPFDは、生活の質と競技パフォーマンスに悪影響を及ぼすだけでなく(51,73)、身体活動の障壁となり(14,15,66)、最終的にはスポーツをやめる決断に至る可能性がある(73)。

PFDは、女性アスリートの生涯を通じて一般的な問題かつ懸念事項であるにもかかわらず(52)、スポーツ医学の臨床医やスポーツ科学団体から寄せられる関心は低い。例えば、近年更新された女性アスリートの問題に関するチームドクター向けの合意声明には、PFDに関する言及は特にない(3)。さらに、PFDを有する女性アスリートに特化したトレーニングのガイドラインが運動科学のカリキュラムで論じられたり、ストレングス&コンディショニング(S&C)のテキストに取り上げられたりすることは稀である。PFDの臨床治療を提供するのは医療専門職であるが、国際ウロギネコロジー学会(ウロギネコロジーは女性泌尿器科のこと)および国際禁制学会(禁制は排泄がコントロールできている状態のこと)は、フィットネスインストラクターやパーソナルトレーナーを含む他の専門職も、PFDに関する教育、健康増進、および予防に関与しうることを示唆している(11)。

問題の発見、教育、および適切なトレーニング方策は、女性アスリートにおけるPFD症状の転帰に好影響を及ぼし、なおかつスポーツ参加を維持するのに役立つ可能性がある(17)。そしてこのことは、複数分野の専門家チームによる教育と予防策を通じたアプローチを構築する必要性を示している(49,88)。しかし、骨盤底の問題にはスティグマ(汚名や偏見)や恥の意識がついて回ることから、多くの女性アスリートがPFDについて知識がなく、助けを求めないために、結果としてこの問題のケアを十分に受けていない(15,69)。加えて、女性アスリートに対するPFDのスクリーニングが実施されることも少なく(68)、また調査によって、ほとんどの女性アスリートがPFDの予防策についての知識や意識に乏しいことが明らかになっている(15,32)。それでもスポーツコーチやフィットネス専門職は、適切な教育さえ受けられるなら、コンディショニングプログラムにPFMの強化トレーニングを組み込むことに前向きであるとみられる(84)。現時点では、女性アスリートに関与するすべての専門職にさらなる教育を施し、PFDへの意識を高める必要がある。さらには、より包括的なPFMのトレーニングプログラムが必要であり、すべての女性アスリートが容易に利用できなくてはならない。そこで本稿では、女性アスリートにおけるPFDの疫学と病態生理学について論じ、その上で、PFMトレーニングの実践的なエクササイズ指針を提供することを目的とする。

女性アスリートにおける骨盤底機能障害の疫学

この10年間に、女性アスリートにおけるPFDを取り上げた研究の発表数は急増している(17,43,87)。エクササイズとPFDに関する研究において、「激しい」という言葉は通常、腹圧を上昇させるとみられる高インパクトかつ高強度の運動を意味する(79)。そして激しい運動はPFD、より具体的には骨盤臓器脱とUIに関連づけられている(9,16,23,41,44)。女性アスリートは、身体活動の少ない女性に比べてUIを生じるリスクが有意に高い(2,17,18,31,87)。その他の腹圧性UIの危険因子は、加齢、人種、出産歴、女性泌尿器科の手術歴、および労作に伴う腹圧の上昇である(38)。

女性トライアスロン選手におけるPFDの有病率の調査において(n=311、年齢35～44歳)、有病率は腹圧性UIが37%、便失禁が28%、骨盤痛が18%と報告されている(90)。これらの結果と同様に、持久系競技であるクロスカントリースキーおよびクロスカントリーの女性選手に関するデータにおいても、UIが50%、骨盤痛が36.6%の有病率となっている(70)。若年女子バレーボール選手を対象とした研究においては(n=105)、選手の52%が骨盤痛があると回答し、また66%がスポーツ参加中または日常生活において最低1種類のUIを経験していると回答している(77)。アマチュア女性アスリート67名(平均年齢18歳)を対象とした横断的研究においては、体操やトランポリンなどの激しいスポーツに参加している選手はUI、便失禁、および性機能障害を生じるリスクが高いことが明らかになっている(2)。また興味深いことに、米国陸軍士官学校に所属する出産経験のない女性(n=144、平均年齢19.6歳)の50%が、無症状のステージⅠまたはⅡに相当する骨盤臓器脱を有していた(57)。

1990年代以降、スポーツの実施と女性アスリートにおけるUIの有病率は正の相関関係にあることが、研究において明らかになっている(12,64,67,68)。高校生および大学生に発症するUI

を取り上げた研究もいくつかある(12,13,15,31,32)。近年に入り、運動時にのみ生じるUIを指す新たな用語として運動性尿失禁(Athletic incontinence)が提案されている(7)。女性アスリートのUIを取り上げた2件のレビュー論文において、この問題の有病率は20～80%であることが明らかになっている(42,87)。トレーニング歴(スポーツ実施の年数)、トレーニング頻度、およびトレーニング強度が、運動性尿失禁のリスクを高める主要な危険因子として特定されている(23,24,58)。

ランニング、ジャンプ、および高インパクトの着地を伴うスポーツは、運動性尿失禁の有病率が最も高いことが明らかになっている(23,36,37,39,77)。エリートレベルのトランポリン選手(平均年齢15歳)を対象とした研究では、80%が競技トレーニング中の尿漏れを申告している(37)。全国レベルのトランポリン選手(平均年齢18歳)を対象とした別の研究でも、72.7%と同様の有病率が明らかになっている(23)。様々なスポーツのエリートレベルの女性アスリート(平均年齢19歳)を対象とした研究においては、UIの有病率が技術系競技(馬術の障害飛越競技)で14.3%、体重別階級競技(空手、柔道、およびウエイトリフティング)で44.0%、および抗重力系競技(走り高跳び、走り幅跳び、およびトランポリン)で84.4%と、大きな幅があることが報告されている(16)。若年期にみられた運動性尿失禁が、その後の人生におけるUIの発症を予測するかはまだ明らかでないが(9,68)、思春期にトランポリン選手だった女性を対象とした研究において、成人後にUIを有する確率は有意に高いことが明らかになっている(36)。**表2**に、若年女性アスリートにおけるUIの有病率をまとめた。

運動時における骨盤底の病態生理学

骨盤底は、筋群と、腱膜、骨盤内筋膜、および靭帯などの結合組織の層からなる構造である(2,35)。これらPFMと骨盤の結合組織が合わさって骨盤臓器(膀胱、子宮、膣、および直腸など)を構造的に支持し、また骨盤の開口部を引き締める働きをしている。PFMは尾骨筋、内閉鎖筋、および肛門挙筋からなる(35)。PFMは筋骨格系の一部として仙腸関節の安定化に寄与し、呼吸や姿勢制御など様々な生理学的機能に関与している(35,47,82)。姿勢制御システムの一部として、PFMの適切な機能は体幹の安定性に協調的に作用する(47,54)。加えてPFMは、性機能、出産、禁制、および骨盤臓器の支持に重要な役割を果たす(35)。したがって骨盤底は、その収縮力を維持し、骨盤臓器を支持するために、機能的な神経筋と結合組織の構造を必要とする。**図1A、1B**に、骨盤底の解剖学的構造を示した。

スポーツトレーニングが女性アスリートの骨盤底に及ぼす影響をめぐっては、2つの相対する仮説が提起されている(42)。第1の説は、スポーツトレーニングがPFMを強化し、結果的にPFDの発症を防ぐメカニズムとして機能するというものである(80)。この説を検証するため、研究においてUIを有する若年女性アスリートとUIのない女性アスリートのPFMの筋力を調査したところ、両群に有意差はみられなかった(27)。また別の研究では、出産未経験の若年女性アスリートにおけるPFMの筋力レベルは高く、UIの有病率とは相関していなかったことが明らかになっている(37)。体重負荷のかかる運動

表2　若年女性アスリートにおける尿失禁(UI)の有病率

著者	平均年齢(範囲または標準偏差[SD])	サンプルサイズ	競技	有病率(%)
Eliassonら(37)	15(12～22)	n=35	トランポリン	80
Da Rozaら(23)	18.1(3.4)	n=22	トランポリン	72.7
Pozo-Municio(71)	19(2.2)	n=27	ダンス	48.1
Dockterら(31)	19.17(1.04)	n=109	陸上競技、バスケットボール、サッカー、ソフトボール、およびチアリーディング	46.8
Jacomeら(51)	23.0(4.4)	n=44	陸上競技、バスケットボール、およびインドアサッカー	41.5
Almeidaら(2)	18(5)	n=67	バレーボール、柔道、体操、トランポリン、および水泳	52.2
Carlsら(15)	17(14～21)	n=86	高いインパクトを伴う競技	28
Parmigianoら(69)	15(2.0)	n=148	サッカー、ハンドボール、バスケットボール、レスリング、柔道、陸上競技、水泳、およびボクシング	18.2
Fernandesら(39)	15.6(12～19)	n=35	サッカー	62.8
Loganら(58)	13～17	n=44	クロスカントリー、フィールドホッケー、およびサッカー	48
Nygaardら(67)	19.9	n=144	体操、バスケットボール、およびテニス	67、66、55
Araujoら(5)	20(3)	n=49	体操、バスケットボール、および長距離走	76

を行なう若年女性アスリートのPFMの筋活動を非アスリート群と比較した研究では、アスリート群のほうが高頻度で運動性尿失禁を申告したにもかかわらず、両群間のPFM筋力に有意差は認められなかった(40)。また、激しい運動を行なう出産未経験の健康な女性のPFM筋力が、激しくない運動を行なう群と同等であったことは、一般的なトレーニングがPFMの筋力に影響を及ぼさないことを示唆している(60)。これらの研究結果から、スポーツトレーニングだけではPFM筋力が向上しない可能性が考えられる。

第2の説は、スポーツトレーニングを実施すると、複数のバイオメカニクス的および形態学的要因が骨盤底の構造に悪影響を及ぼす結果、かえって骨盤底が弱くなりうるというものである(6,25,29,55,56)。これについては、いくつかの危険因子が女性アスリートのPFD発症に関与している可能性が示唆されている。女性アスリートにおけるPFDの病態生理学には、神経筋、バイオメカニクス、形態学、解剖学、および代謝の要因が複雑に絡み合っている**(図2)**。いくつかのエビデンスにおいて、激しい運動時にPFMの神経筋疲労が生じることが、エリートレベルの女性アスリートが激しい運動後やスポーツ参加時の後半にUIを起こしやすい原因のひとつであると示唆されている(18,72)。注目すべきは、UIを起こすのは試合中よりトレーニング中が多いと女性アスリートが申告している点である(89)。また運動時にPFMの神経筋疲労が生じることに加えて、激しい運動はPFMの形態学的変化を引き起こすとの主張もある(25,56)。Krugerら(56)は、出産未経験の女性アスリートにおける肛門挙筋の横断面積が、同じ年齢層の非アスリート女性を20%上回ることを報告している。同様の結果が女性サッカー選手を対象とした研究でみられ、失禁群は恥骨内臓筋の筋厚が禁制群を上回っていたにもかかわらず、PFMの筋力には両群間で有意差はなかった(25)。これらの研究結果は、PFMの筋厚増加は女性アスリートのUIを防ぐメカニズムではない可能性を示唆している。

また、骨盤底の結合組織におけるコラーゲン濃度の変化が、女性アスリートの過度可動性と筋弛緩のレベルを高めやすくするとも考えられている(19,65)。これに関連して、腹圧性UIを有する女性の骨盤内筋膜におけるコラーゲン量は、対照群を有意に下回ることが明らかになっている(21)。またBoら(13)は、UIを有する活動的な若年女性は対照群と比較して、過剰運動症候群の有病率が高いと報告している。若年女性アスリートを対象としたいく

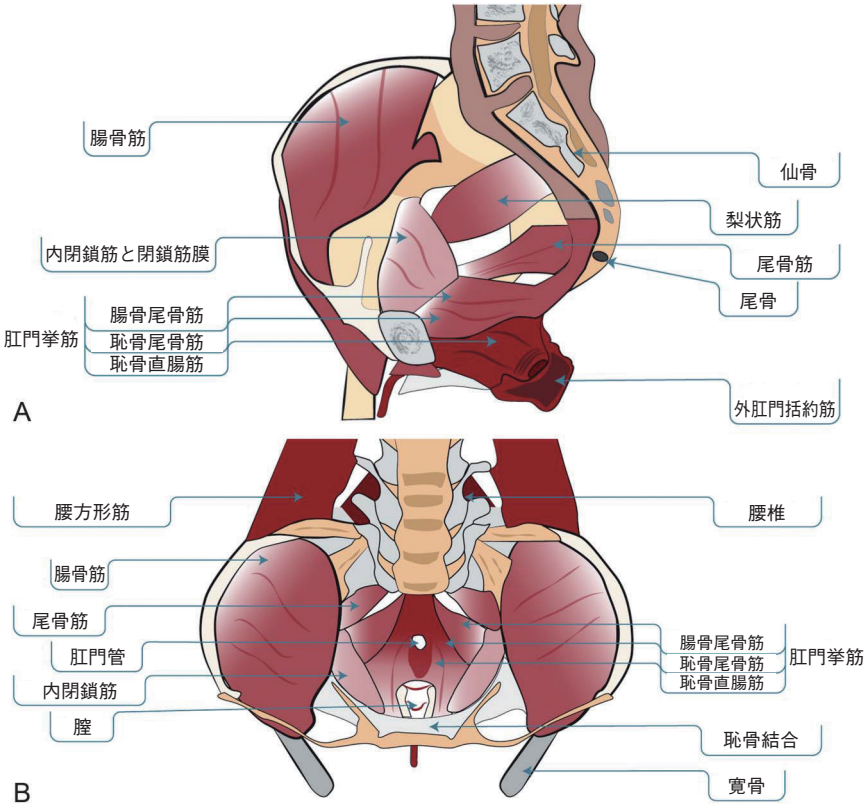

図1　(A)側面から見た骨盤底の解剖学的構造、(B)上から見た骨盤底の解剖学的構造

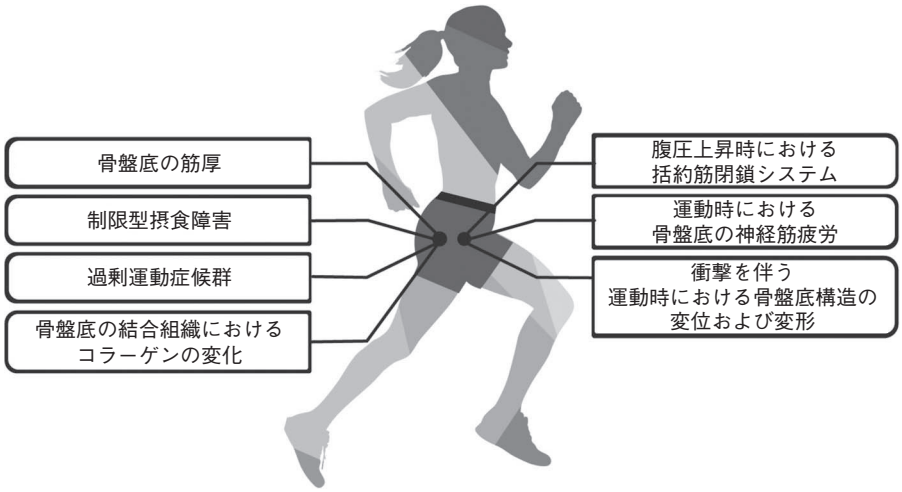

図2　女性アスリートの尿失禁に関連づけられる危険因子

つかの研究において、足部内側縦アーチの柔軟性とUIの間には正の相関関係が存在することが明らかになっている(65,71)。女性アスリート、なかでもパフォーミングアーツ系アスリートは靭帯弛緩性を有する割合が高い(78)。これらの研究結果は、女性アスリートにおける靭帯弛緩性がPFDの要因のひとつであるとの主張を裏づけている。

異常な食行動もまた、女性アスリートのPFDを引き起こしやすくする要因であることが示唆されている(5,7,10)。摂食障害とUIは有意に相関していることが、女性長距離ランナー37名を対象とした研究で明らかになっている(5)。同様にBo＆Borgenも、摂食障害を有するエリートレベルの女性アスリートにおけるUIの有病率が、正常な食行動のアスリートを上回ることを明らかにしている(10)。背景にあるメカニズムは依然として不明であるが、異常な食行動を有する女性の場合、相対的エネルギー不足と栄養不良によって、スポーツ参加時のPFMの神経筋機能に悪影響が及んでいる可能性が考えられる。

また、ジャンプ、着地、あるいはランニングなどの激しい運動時に腹圧が上昇し、反力の衝撃を受けるといったバイオメカニクス的要因が、骨盤底の構造に変形や変位を引き起こし、それが禁制機構に影響を及ぼす可能性があると考えられている(79)。健康な若年女性の高解像度MRI(磁気共鳴画像法)を撮像したところ、激しいジャンプ着地動作やバルサルバ法の実施時に骨盤底の構造に変位が生じることが明らかになっている(29)。女性アスリートがバルサルバ法を実施すると、非アスリート群に比べて膀胱の変位が大きいことが明らかになっている(55)。これらの研究結果は、女性アスリートにおけるUIが、激しい運動時に繰り返される衝撃や腹圧の上昇に括約筋の閉鎖システムが耐えられないことに関連している可能性を示唆している(29)。これらの観察を踏まえて、PFMに特化したトレーニングを女性アスリート向けに処方し、骨盤底の構造と機能を維持する必要性が考えられる。

骨盤底の機能

Kegel(53)は1950年代前後に、PFMの漸進的なレジスタンストレーニングの概念を提唱した。ケーゲルエクササイズは、PFMを繰り返し収縮させる一連の動作である。現在、PFMトレーニングはPFDの予防と治療に不可欠な要素となっている(34,45)。PFMトレーニングは、UI、骨盤臓器脱、および性機能障害に対する治療の第1段階とみなされるべきである(34,62)。出産未経験の女性アスリート群を対象とした研究において、PFMトレーニングはUIの症状を軽減するのに効果を示した(26)。この研究では、監督下での8週間のPFMトレーニングプログラムを4つの段階に分け、各段階を2週間ずつ実施した。第1段階では、参加者がPFMの適切な収縮方法を経膣触診を通じて指導された。第2段階では、参加者がPFMの収縮を様々な姿勢で、下肢に漸増負荷を追加して実施した。第3段階では、高インパクト運動時にPFMを収縮させ、第4段階ではスポーツ活動にPFMの収縮を追加した(26)。PFMトレーニングは習得されるスキルであるため、PFM収縮の効果は、PFMの適切な筋活動をどのような方法で指導するかに左右される(83)。定期的に監督されるPFMトレーニングは、ほとんど監督されないPFM介入に比べて効果が大きいことが明らかになっている(45)。

PFMトレーニングを適切に導入するには、適切なPFMの筋活動を習得させるために、まず感覚を養うエクササイズから開始する(PFMの収縮と弛緩を認識させる)。PFMを適切に活動させられるようになったら、仰臥位や膝立ち、座位、立位などの様々な姿勢でPFMの随意活動を行なう。PFMのトレーニングでは、最初は低強度(ごく軽く)かつ長時間(約3～5秒)の筋収縮を用いてPFMの局所筋持久力を強化し、その後に高強度(最大に近く)かつ短時間(約1～3秒)の筋収縮を実施する。PFMを望ましい強度で適切に収縮させられるようになったら、PFMの収縮を自重スクワットやステップアップなどの動的な筋力向上エクササイズに組み込むことができる。テクニックに基づくPFMトレーニングの漸進方法として、上記の動作に外的負荷を追加することも可能である。

骨盤底筋の協調性トレーニング

現在、PFMの協調性を向上させるトレーニングに関心が高まっている。この種のトレーニングは、PFMの姿勢、呼吸、および体幹の安定性にかかわる機能を利用するものである(47,75,76,86)。PFMは体幹筋群と協調して働く活動パターンを有し、それにより腹筋を収縮させるとPFMも連動して収縮することが、いくつかの筋電図を用いた研究で示されている(59,76,82)。しかし興味深いことに、このようなPFMと腹筋の共縮は、失禁を有する女性にはみられない場合がある(82)。

呼吸法もまたPFMの機能に関連しており、このことは呼気(息を吐く)時にPFMの筋電図活動が増加するというエビデンスによって示されている(47,86)。特定の呼吸法、およびそれらとPFMの筋活動を組み合わせたものが、PFMの協調性を高めてUIを改善する方法として、ピラティス、ヨガ、およびハイポプレッシブ(Hypopressive)テクニックにおいて広く用いられている(22,48,74)。若年女性アスリートを対象とした8週間の介入において、ハイポプレッシブトレーニングのテクニックを実施したところ、PFMの機能に改善がみられた(4)。ハイポプレッシブ

トレーニングのテクニックは、姿勢と呼吸法によって、骨盤にかかる圧力を低減しつつPFMを活動させるものである。なお、ブリッジやアブドミナルカールなどの標準的なコアエクササイズは、健康な禁制群の女性において膀胱頸部を安定化も挙上もしなかったため、これらのエクササイズはUIを有する女性アスリートにとって最適な治療法ではないと考えられる(8)。

PFMの機能を高める呼吸法を、PFMトレーニングのプロトコルに組み込むことが可能である(86)。横隔膜と骨盤隔膜の協調性を高める呼吸法の例として、側方胸式呼吸、深呼気、およびハイポプレッシブ呼吸法が考えられる。側方胸式呼吸は、胸一杯に息を吸い込み(胸郭を広げ)、深く吐き出すもので、胸郭拡張と胸式呼吸パターンのトレーニングに用いることができる**(図3)**。また**図4**に示したように、両手を腹部に置いて、深く息を吐く際に深部腹筋とPFMが同時に活動し、緊張する感覚を確かめるとよい。ハイポプレッシブ呼吸法では、側方胸式呼吸を実施後、深く息を吐いてそのまま息を止める**(図5)**。ハイポプレッシブ呼吸法の実施中は、吸息筋が活動して胸郭拡張を維持する一方、腹部はドローインされている(74)。またPFMトレーニングのエクササイズは、四つん這いなどの骨盤底に負荷をかけない様々な姿勢で実施することもできる**(図6)**。

PFMトレーニングは、女性アスリートのトレーニングプログラムに組み込める有用な予防策となりうる。**表3**に、女性アスリートのための4段階で漸進させるPFMトレーニングプログラムの例を示した。このプログラムは、PFMトレーニングの経験がほぼない健康な女性アスリート向けに作成されている。すでにPFDを発症している女性は、いかなる種類のPFMトレーニングを開始するにあたっても事前に医療提供者に相談すべきである。アス

図3　側方胸式呼吸

図4　深呼気

図5　仰臥位でのハイポプレッシブエクササイズ

図6　四つん這いで肘をつくことで骨盤底にかかる負荷を軽減

表３　女性アスリートのための骨盤底筋のトレーニングプログラム例			
エクササイズ	姿勢	コーチングキュー	セット数×レップ数×休息時間(RI)
第１段階			
PFMの持久的収縮	臥位、座位	通常の呼吸をしながら、尿を我慢するように膣の筋群に力を入れて引き上げた後、力を抜いて弛緩させる。	３セット×５レップで各３～５秒の軽いPFMの筋活動、レップ間に20秒のRI、セット間に１分のRI
側方胸式呼吸	臥位、座位	両手を胸郭の上に置く。息を吸って胸郭が広がるのを感じた後、静かに息を吐いて胸郭を元に戻す。	３セット×10レップ、セット間に10秒のRI
第２段階			
PFMの持久的収縮	臥位、座位、膝立ち、立位	側方胸式呼吸をしながら、尿を我慢するように膣の筋群に力を入れて引き上げた後、力を抜いて弛緩させる。	３セット×10レップで各３～５秒のPFMホールド、レップ間に20秒のRI、セット間に１分のRI
深呼気を加えたPFMの収縮	臥位、座位	側方胸式呼吸の息を吐く局面で膣周辺の筋群に力を入れて引き上げる。両手を下腹部に置いてPFMが収縮する緊張を感じる。	３セット×10レップで各６秒の深呼気と各３～５秒のPFMホールド、レップ間に20秒のRI、セット間に90秒のRI
第３段階			
PFMの最大収縮	臥位、座位、膝立ち、立位	息を吐きながら膣周辺の筋群を素早く、力強く収縮させた後、側方胸式呼吸をしながら力を抜いて弛緩させる。	３セット×10レップで各１～３秒の素早いPFMホールド、レップ間に10秒のRI、セット間に60秒のRI
深部腹筋のドローインを加えたPFMの収縮	臥位、座位、立位	側方胸式呼吸の息を吐く局面で、適切な姿勢を維持しながらへそを引っ込め、尿を我慢するようにPFMに力を入れる。その後、側方胸式呼吸をしながら力を抜いて弛緩させる。	３セット×10レップで各３～５秒のPFMホールド、レップ間に20秒のRI、セット間に90～120秒のRI
第４段階			
ハイポプレッシブエクササイズを加えたPFMの収縮	臥位、座位、膝立ち、立位	側方胸式呼吸を３回、ゆっくりと深く息を吐きながら行なう。３回目の吐き出し後、息を止めて胸郭を左右に広げる。胸郭が完全に広がったら、膣周辺のPFMに力を入れる。その後、側方胸式呼吸をしながらPFMの力を抜いて弛緩させる。	３セット×３レップで各10秒の息止めと各３～５秒のPFMホールド、レップ間に30秒のRI、セット間に90秒のRI
自重スクワットを加えたPFMの収縮	立位	息を吸いながらスクワットでしゃがんだ後、スクワットの上昇局面で膣周辺のPFMに力を入れる。下腹部の緊張を感じとる。	３セット×10レップで各１～３秒のPFMのホールド、セット間に90秒のRI

PFM＝骨盤底筋

リートの疲労時(スポーツ実施後など)にプログラムを実施すべきではないため、PFMトレーニングは別のタイミング(予防セッションの際など)に実施することが推奨される。すべてのアスリートに最適なエクササイズ、セット数、およびレップ数の組み合わせは存在しないが、10～15分のPFMプログラムを最低週２～３回、連続しない日に実施すべきである。適切な指示を出し、テクニックに基づく漸進を行なうことが、トレーニングの効果と継続率を向上させる。

まとめと現場への応用

激しいスポーツに参加している女性アスリートはPFD、なかでもUIの発症リスクが高いことを研究は示している。女性アスリートにおけるPFDの有病率は、スポーツの種類、トレーニング強度、トレーニング頻度、およびスポーツ練習の参加年数など、いくつかの要因に左右される。UIの有病率が最も高いのは、ランニング、ジャンプ、および高インパクトの着地を伴うスポーツであることが明らかになっている。女性アスリートにおけるPFDの病理学的メカニズムを明らかにするには、今後さらなる研究が必要であるが、その要因として挙げられているのは、腹圧の上昇、PFMの筋力低下、および神経筋疲労である。

PFDを有する女性アスリートは、恥の意識から治療を受けるのをためらう場合がある。治療せずに放置していると、競技参加およびパフォーマンスに大きな影響が及び、ひいてはスポーツをやめる決断に繋がりかねない(51,73)。加えて女性アスリートのPFDが適切に治療されないと、継続的な健康問題を引き起こす可能性がある(49)。女性アスリートの指導、トレー

ニング、および治療を担うすべての専門職がチームとして取り組むアプローチを通じて、今後のPFDの早期発見、治療、および予防を推進していかなければならない。女性アスリートにおけるPFDの治療についてはさらなる研究が必要であり、また専門職の教育カリキュラムを向上させ、骨盤底に関するリテラシーを強化することが求められる。◆

References

1. Ackerman KE, Holtzman B, Cooper KM, Flynn EF, Bruinvels G, Tenforde AS, Popp KL, Simpkin AJ, Parziale AL. Low energy availability surrogates correlate with health and performance consequences of relative energy deficiency in sport. *Br J Sports Med,* 2018 [Epub ahead of print].
2. Almeida MB, Barra AA, Saltiel F, Silva-Filho AL, Fonseca AM, Figueiredo EM. Urinary incontinence and other pelvic floor dysfunctions in female athletes in Brazil: A cross-sectional study. *Scand J Med Sci Sports* 26: 1109–1116, 2016.
3. American College of Sports Medicine. Female athlete issues for the team physician: A Consensus Statement-2017 Update. *Med Sci Sports Exerc* 50: 1113–1122, 2018.
4. Alvarez M, Rial-Rebullido T, Chulvi-Medrano I, Garcia Soidan JL, Cortel-Tormo J. Can an eight-week program based on the hypopressive technique produce changes in pelvic floor function and body composition in female rugby players? *Retos Nuevas Tendencias en Educación Física Deporte y Recreación* 30: 26–29, 2016.
5. Araujo MP, Oliveira ED, Zucchi EV, Trevisani VF, Girão MJ, Sartori MG. The relationship between urinary incontinence and eating disorders in female long-distance runners. *Rev Assoc Med Bras (1992)* 54: 146–149, 2008.
6. Araujo MP, Parmigiano TR, Negra LG, Luiza T, Carvalho CG, Wo L, Manito AC, Girão MJ, Sartori MG. Evaluation of athletes' pelvic floor: Is there a relation with urinary incontinence? *Rev Bras Med Esporte* 21: 442–446, 2015.
7. Araujo MP, Sartori MGF, Girão MJBC. Athletic incontinence: Proposal of a new term for a new woman. *Rev Bras Ginecol Obstet* 39: 441–442, 2017.
8. Baeßler K, Junginger B. Traditional gymnastic exercises for the pelvic floor often lead to bladder neck descent—A study using perineal ultrasound. *Geburtshilfe Frauenheilkd* 77: 765–770, 2017.
9. Bø K, Sundgot-Borgen J. Are former female elite athletes more likely to experience urinary incontinence later in life than non-athletes? *Scand J Med Sci Sports* 20: 100–104, 2010.
10. Bø K, Sundgot-Borgen J. Prevalence of stress and urge urinary incontinence in elite athletes and controls. *Med Sci Sports Exerc* 33: 797–802, 2001.
11. Bø K, Frawley HC, Haylen BT, Abramov Y, Almeida FG, Berghmans B, Bortolini M, Dumoulin C, Gomes M, McClurg D, Meijlink J, Shelly E, Trabuco E, Walker C, Wells A. International Urogynecological Association (IUGA)/International Continence Society (ICS) joint report on the terminology for the conservative and nonpharmacological management of female pelvic floor dysfunction. *Neurourol Urodyn* 36: 221–244, 2017.
12. Bø K, Maehlum S, Oseid S, Larsen S. Prevalence of stress urinary incontinence among physically active and sedentary female students. *Scand J Sports Sci* 11: 113–116, 1989.
13. Bø K, Stien R, Kulseng-Ganssen S. Clinical and urodynamic assessment of nulliparous young women with and without stress incontinence symptoms: A case control study. *Obstet Gynecol* 84: 1028–1032, 1994.
14. Brown WJ, Miller YD. Too wet to exercise? Leaking urine as a barrier to physical activity in women. *J Sci Med Sport* 4: 373–378, 2001.
15. Carls C. The prevalence of stress urinary incontinence in high school and college-age female athletes in the midwest: Implications for education and prevention. *Urol Nurs* 27: 21–39, 2007.
16. Carvalhais A, Natal Jorge R, Bø K. Performing high-level sport is strongly associated with urinary incontinence in elite athletes: A comparative study of 372 elite female athletes and 372 controls. *Br J Sports Med* 52: 1586–1590, 2018.
17. Casey EK, Temme K. Pelvic floor muscle function and urinary incontinence in the female athlete. *Phys Sportsmed* 45: 399–407, 2017.
18. Caylet N, Fabbro-Peray P, Marès P, Dauzat M, Prat-Pradal D, Corcos J. Prevalence and occurrence of stress urinary incontinence in elite women athletes. *Can J Urol* 13: 3174–3179, 2006.
19. Chen B, Wen Y, Li H. Collagen Metabolism and turnover in women with stress urinary incontinence and pelvic organ prolapse. *Intern Urogynecol J* 13: 80–87, 2002.
20. Cheung EC, Boguszewski DV, Joshi NB, Wang D, McAllister DR. Anatomic factors that may predispose female athletes to anterior cruciate ligament injury. *Curr Sports Med Rep* 14: 368–372, 2015.
21. Cor A, Barbic M, Kralj B. Difference in the quantity of elastic fibres and collagen type I and type III in endopelvic fascia between women with stress urinary incontinence and controls. *Urol Res* 31: 61–65, 2003.
22. Culligan PJ, Scherer J, Dyer K, Priestley JL, Guingon-White G, Delvecchio D, Vangeli M. A randomized clinical trial comparing pelvic floor muscle training to a Pilates exercise program for improving pelvic muscle strength. *Int Urogynecol J* 21: 401–408, 2010.
23. Da Roza T, Brandão S, Mascarenhas T, Jorge RN, Duarte JA. Volume of training and the ranking level are associated with the leakage of urine in young female trampolinists. *Clin J Sport Med* 25: 270–275, 2015.
24. Da Roza T, Brandão S, Mascarenhas T, Jorge RN, Duarte JA. Urinary incontinence and levels of regular physical exercise in young women. *Int J Sports Med* 36: 776–780, 2015.
25. Da Roza T, Brandão S, Oliveira D, Mascarenhas T, Parente M, Duarte JA, Jorge RN. Football practice and urinary incontinence: Relation between morphology, function and biomechanics. *J Biomech* 48: 1587–1592, 2015.
26. Da Roza T, De Araujo MP, Viana R, Viana S, Jorge RN, Bø K, Mascarenhas T. Pelvic floor muscle training to improve urinary incontinence in young, nulliparous sport students: A pilot study. *Int Urogynecol J* 23: 1069–1073, 2012.
27. Da Roza T, Mascarenhas T, Araujo M, Trindade V, Jorge RN. Oxford Grading Scale vs manometer for assessment of pelvic floor strength in nulliparous sports students. *Physiotherapy* 99: 207–211, 2013.
28. De Souza MJ, Koltun KJ, Etter CV, Southmayd EA. Current status of the female athlete triad: Update and future directions. *Curr Osteoporos Rep* 15: 577–587, 2017.
29. Dias N, Peng Y, Khavari R, Nakib NA, Sweet RM, Timm GW, Erdman AG, Boone TB, Zhang Y. Pelvic floor dynamics during high-impact athletic activities: A computational modeling study. *Clin*

Biomech (Bristol, Avon) 41: 20–27, 2017.
30. Dieter AA, Wilkins MF, Wu JM. Epidemiological trends and future care needs for pelvic floor disorders. *Curr Opin Obstet Gynecol* 27: 380–384, 2015.
31. Dockter M, Kolstad A, Martin K, Schiwal L. Prevalence of urinary incontinence: A comparative study of collegiate female athletes and non-athletic controls. *J Womens Health Phys Ther* 31: 12–17, 2007.
32. Dockter M, Becker E, Huber C, Lacher J, Obeng L. The prevalence of urinary incontinence in high school females: Implications for prevention and wellness education. *J Womens Health Phys Therap* 32: 7–11, 2008.
33. Dos Santos S, Caetano S, Tavares C, Lopes M. Urinary incontinence among physical education students. *Rev Esc Enferm USP* 43: 307–312, 2009.
34. Dumoulin C, Hay-Smith J, Habée-Séguin GM, Mercier J. Pelvic floor muscle training versus no treatment, or inactive control treatments, for urinary incontinence in women: A short version cochrane systematic review with meta-analysis. *Neurourol Urodyn* 34: 300–308, 2015.
35. Eickmeyer SM. Anatomy and physiology of the pelvic floor. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 28: 455–460, 2017.
36. Eliasson K, Edner A, Mattsson E. Urinary incontinence in very young and mostly nulliparous women with a history of regular organised high-impact trampoline training: Occurrence and risk factors. *Int Urogynecol J* 19: 687–696, 2008.
37. Eliasson K, Larsson T, Mattsson E. Prevalence of stress incontinence in nulliparous elite trampolinists. *Scand J Med Sci Sports* 12: 106–110, 2002.
38. Fenner D, Trowbridge E, Patel D, Fultz N, Miller J, Howard D, DeLancey JO. Establishing the Prevalence of Incontinence (EPI) study: Racial differences in women's patterns of urinary incontinence. *J Urol* 179: 1455–1460, 2008.
39. Fernandes A, Fitz F, Silva A, Filoni E, Filho JM. Evaluation of the Prevalence of urinary incontinence symptoms in adolescent female soccer players and their impact on quality of life. *Occup Environ Med* 71: 59–60, 2014.
40. Figuers C, Boyle L, Caprio K, Weidner A. Pelvic floor muscle activity and urinary incontinence in weight-bearing female athletes vs. Non-athletes. *J Womens Health Phys Therap* 32: 7–11, 2008.
41. Fozzati C, Ricceto C, Herrmann V, Brancalion M, Raimondi M, Nascif C, Marques LR, Palma PP. Prevalence study of stress urinary incontinence in women who perform high-impact exercises. *Intern Urogynecol J* 23: 1687–1691, 2012.
42. Goldstick O, Constantini N. Urinary incontinence in physically active women and female athletes. *Br J Sports Med* 48: 296–298, 2014.
43. Greydanus DE, Omar H, Pratt HD. The adolescent female athlete: Current concepts and conundrums. *Pediatr Clin North Am* 57: 697–718, 2010.
44. Hagovska M, Švihra J, Buková A, Hrobacz A, Dračková D, Švihrová V, Kraus L. Prevalence of urinary incontinence in females performing high-impact exercises. *Int J Sports Med* 38: 210–216, 2017.
45. Hay-Smith EJ, Herderschee R, Dumoulin C, Herbison GP. Comparisons of approaches to pelvic floor muscle training for urinary incontinence in women. *Cochrane Database Syst Rev* 7: CD009508, 2011.
46. Hilibrand MJ, Hammoud S, Bishop M, Woods D, Frederick RW, Dosdson CC. Common injuries and ailments of female athlete, pathophysiology, treatment and prevention. *Phys Sportsmed* 43: 03–11, 2015.
47. Hodges PW, Sapsford R, Pengel LH. Postural and respiratory functions of the pelvic floor muscles. *Neurourol Urodyn* 26: 362–371, 2007.
48. Huang AJ, Jenny HE, Chesney MA, Schembri M, Subak L. A group-based yoga therapy intervention for urinary incontinence in women: A pilot randomized trial. *Female Pelvic Med Reconstru Sur* 20: 147–154, 2014.
49. Imamura M, Williams K, Wells M, McGrother C. Lifestyle interventions for the treatment of urinary incontinence in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 12: CD003505, 2015.
50. Ireland ML, Ott SM. Special concerns of the female athlete. *Clin Sports Med* 23: 281–298, vii, 2004.
51. Jácome C, Oliveira D, Marques A, Sá-Couto P. Prevalence and impact of urinary incontinence among female athletes. *Int J Gynaecol Obstet* 114: 60–63, 2011.
52. Joy EA, Van Hala S, Cooper L. Health-related concerns of the female athlete: A lifespan approach. *Am Fam Physician* 79: 489–495, 2009.
53. Kegel AH. Progressive resistance exercise in the functional restoration of the perineal muscles. *Am J Obstet Gynecol* 56: 238–248, 1948.
54. Key J. "The core": Understanding it, and retraining its dysfunction. *J Bodyw Mov Ther* 17: 541–559, 2013.
55. Kruger JA, Dietz HP, Murphy BA. Pelvic floor function in elite nulliparous athletes. *Ultrasound Obstet Gynecol* 30: 81–85, 2007.
56. Kruger J, Murphy B, Heap S. Alterations in levator ani in elite nulliparous athletes: A pilot study. *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 45: 42–47, 2005.
57. Larsen WI, Yavorek TA. Pelvic organ prolapse and urinary incontinence in nulliparous women at the United States Military Academy. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 17: 208–210, 2006.
58. Logan BL, Foster-Johnson L, Zotos E. Urinary incontinence among adolescent female athletes. *J Pediatr Urol* 14: 241.e1–241.e9, 2018.
59. Madill SJ, McLean L. Quantification of abdominal and pelvic floor muscle synergies in response to voluntary pelvic floor muscle contractions. *J Electromyogr Kinesiol* 18: 955–964, 2008.
60. Middlekauff ML, Egger MJ, Nygaard IE, Shaw JM. The impact of acute and chronic strenuous exercise on pelvic floor muscle strength and support in nulliparous healthy women. *Am J Obstet Gynecol* 215: 316.e1–7, 2016.
61. Milsom I, Altman D, Cartwright R, Lapitan MC, Nelson R, Sillén U, Tikkakenn K. Epidemiology of urinary incontinence (UI) and other lower urinary tract symptoms (LUTS), pelvic organ prolapse (POP) and anal incontinence (AI). In: *Incontinence*. Abrams P, Cardozo L, Wein P, eds. Paris, France: European Association of Urology, 2013.
62. Moroni R, Magnani P, Haddad J, Castro R, Brito L. Conservative treatment of stress urinary incontinence: A systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. *Rev Bras Ginecol Obstet* 38: 97–111, 2016.
63. Nygaard I, Barber MD, Burgio KL, Kenton K, Meikle S, Schaffer J, Spino C, Whitehead WE, Wu J, Brody DJ. Prevalence of symptomatic pelvic floor disorders in US women. *JAMA* 300: 1311–1316, 2008.
64. Nygaard I, DeLancey JO, Arnsdorf L, Murphy E. Exercise and incontinence. *Obstet Gynecol* 75: 848–851, 1990.
65. Nygaard IE, Glowacki C, Saltzman CL. Relationship between foot flexibility and urinary incontinence in nulliparous varsity athletes. *Obstet Gynecol* 87: 1049–1051, 1996.
66. Nygaard I, Ingrid M, Tammy D, Fultz HP, Kinchen K, Pohl G, Sternfeld B. Is

urinary incontinence a barrier to exercise in women? *Obstet Gynecol* 106: 307–314, 2005.
67. Nygaard IE, Thompson FL, Svengalis SL, Albright JP. Urinary incontinence in elite nulliparous athletes. *Obstet Gynecol* 84: 183–187, 1994.
68. Nygaard IE. Does prolonged high-impact activity contribute to later urinary incontinence? A retrospective cohort study of female olympians. *Obstet Gynecol* 5: 718–722, 1997.
69. Parmigiano TR, Zucchi EV, Araujo MP, Guindalini CS, Castro Rde A, Di Bella ZI, Girão MJ, Cohen M, Sartori MG. Pre-participation gynecological evaluation of female athletes: A new proposal. *Einstein (Sao Paulo)* 12: 459–466, 2014.
70. Poswiata A, Socha T, Opara J. Prevalence of stress urinary incontinence in elite female endurance athletes. *J Hum Kinet* 44: 91–96, 2014.
71. Pozo-Municio C. Genitourinary conditions in young dancers relationship between urinary incontinence and foot flexibility. *J Dance Med Sci* 11: 49–59, 2007.
72. Ree ML, Nygaard I, Bø K. Muscular fatigue in the pelvic floor muscles after strenuous physical activity. *Acta Obstet Gynecol Scand* 86: 870–876, 2007.
73. Salvatore S, Serati M, Laterza R, Uccella S, Torella M, Bolis F. The impact of urinary stress incontinence in young and middle-age women practising recreational sports activity: An epidemiological study. *Br J Sports Med* 43: 1115–1118, 2009.
74. Santa Mina D, Au D, Alibhai SM, Jamnicky L, Faghani N, Hilton WJ, Stefanyk LE, Ritvo P, Jones J, Elterman D, Fleshner NE, Finelli A, Singal RK, Trachtenberg J, Matthew AG. A pilot randomized trial of conventional versus advanced pelvic floor exercises to treat urinary incontinence after radical prostatectomy: A study protocol. *BMC Urol* 15: 94, 2015.
75. Sapsford R. Rehabilitation of pelvic floor muscles utilizing trunk stabilization. *Man Ther* 9: 3–12, 2004.
76. Sapsford RR, Hodges PW, Richardson CA, Cooper DH, Markwell SJ, Jull GA. Co-activation of the abdominal and pelvic floor muscles during voluntary exercises. *Neurourol Urodyn* 20: 31–42, 2001.
77. Schettino MT, Mainini G, Ercolano S, Vascone C, Scalzone G, D'Assisi D, Tormettino B, Gimigliano F, Esposito E, Di Donna MC, Colacurci N, Torella M. Risk of pelvic floor dysfunctions in young athletes. *Clin Exp Obstet Gynecol* 41: 671–676, 2014.
78. Schmidt H, Pedersen TL, Junge T, Engelbert R, Juul-Kristensen B. Hypermobility in adolescent athletes: Pain, functional ability, quality of life, and musculoskeletal injuries. *J Orthop Sports Phys Ther* 47: 792–800, 2017.
79. Shaw M, Hamad N, Coleman T, Egger M, Hsu Y, Hitchcock R, Nygaard IE. Intra-abdominal pressures during activity in women using an intra-vaginal pressure transducer. *J Sports Sci* 32: 1176–1185, 2014.
80. Shaw JM, Nygaard IE. Role of chronic exercise on pelvic floor support and function. *Curr Opin Urol* 27: 257–261, 2017.
81. Simeone C, Moroni A, Pettenò A, Antonelli A, Zani D, Orizio C, Cosciani Cunico S. Source occurrence rates and predictors of lower urinary tract symptoms and incontinence in female athletes. *Urologia* 77: 139–146, 2010.
82. Smith MD, Coppieters MW, Hodges PW. Postural response of the pelvic floor and abdominal muscles in women with and without incontinence. *Neurourol Urodyn* 26: 377–385, 2007.
83. Stafford RE, Ashton-Miller JA, Constantinou C, Coughlin G, Lutton NJ, Hodges PW. Pattern of activation of pelvic floor muscles in men differs with verbal instructions. *Neurourol Urodyn* 35: 457–463, 2016.
84. Stephen K, van Woerden H, MacRury S. Assessing prevalence of urinary incontinence in scottish fitness instructors and experience of teaching pelvic floor muscle exercises: An online survey. *J Public Health (Oxf)*, 2018. [Epub ahead of print].
85. Stracciolini A, Stein CJ, Zurakowski D, Meehan WP, Myer GD, Micheli LJ. Anterior cruciate ligament injuries in pediatric athletes presenting to sports medicine clinic: A comparison of males and females through growth and development. *Sports Health* 7: 130–136, 2015.
86. Talasz H, Kofler M, Kalchschmid E, Pretterklieber M, Lechleitner M. Breathing with the pelvic floor? Correlation of pelvic floor muscle function and expiratory flows in healthy young nulliparous women. *Int Urogynecol J* 21: 475–481, 2010.
87. Teixeira RV, Colla C, Sbruzzi G, Mallmann A, Paiva LL. Prevalence of urinary incontinence in female athletes: A systematic review with meta-analysis. *Int Urogynecol J*, 2018. [Epub ahead of print].
88. Ternent L, Wallace S, Wardle J, Zhu S, Vale L. Systematic review and economic modelling of the effectiveness and cost-effectiveness of non-surgical treatments for women with stress urinary incontinence. *Health Technol Assess* 14: 1–188, 2010.
89. Thyssen HH, Clevin L, Olesen S, Lose G. Urinary incontinence in elite female athletes and dancers. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 13: 15–17, 2002.
90. Yi J, Tenfelde S, Tell D, Brincat C, Fitzgerald C. Triathlete risk of pelvic floor disorders, pelvic girdle pain, and female athlete triad. *Female Pelvic Med Reconstr Surg* 22: 373–376, 2016.

From Strength and Conditioning Journal
Volume 42, Number 4, pages 82-92.

著者紹介

Tamara Rial Rebullido：
International Hypopressive and Physical Therapy Institute の責任者。

Iván Chulvi-Medrano：
University of Alicanteの 助 教で、Gynecological Clinic Millet（スペイン、バレンシア）の認定パーソナルトレーナー。

Avery D. Faigenbaum：
The College of New Jersey健康・運動科学部の教授。

Andrea Stracciolini：
Boston Children's Hospitalスポーツ医学部門整形外科の整形外科学助教、および救急部門内科の小児科学助教。