

Key Words【参加前の医学的評価:Preparticipation medical evaluation、緊急時行動計画:emergency action plan、突然心停止:sudden cardiac arrest、労作性熱中症:exertional heat illness、労作性横紋筋融解症:exertional rhabdomyolysis、移行期:transition period、トレーニング量:training volume、トレーニング強度:training intensity、運動-休息比:work to rest ratio、50/30/20/10ルール:50/30/20/10 rule】

## 不活動後の移行期にトレーニングに安全に復帰するためのCSCCaとNSCAの合同総合ガイドライン

### CSCCa and NSCA Joint Consensus Guidelines for Transition Periods Safe Return to Training Following Inactivity

Anthony Caterisano,<sup>1</sup> Co-Chair Donald Decker,<sup>2</sup> Co-Chair Ben Snyder,<sup>1</sup> Co-Chair  
Matt Feigenbaum,<sup>1</sup> Rob Glass,<sup>3</sup> Paul House,<sup>4</sup> Carwyn Sharp,<sup>5</sup>  
Michael Waller,<sup>6</sup> Zach Witherspoon,<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Furman University, Greenville, South Carolina <sup>2</sup>New Mexico State University, Las Cruces, New Mexico

<sup>3</sup>Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma <sup>4</sup>Oklahoma Christian University, Oklahoma City, Oklahoma

<sup>5</sup>United States Olympic Committee, Colorado Springs, Colorado <sup>6</sup>Arkansas Tech University, Russellville, Arkansas

#### 要約

労作性熱中症(EHI)と労作性横紋筋融解症(ER)および心不全に関連する傷害と死亡の発生率は、大学生アスリートにおいて近年著しく増加している。データによると、これらの傷害や死亡は、アスリートが比較的活動的ではない状態から通常のトレーニングに移行する期間に発生する可能性がより高いことが示されている。この問題に対処するために、CSCCa(大学ストレングス&コンディショニング協会)とNSCAは、アスリートが最も傷害を負いやすい移行期における運動量、

強度、運動-休息比の上限を勧告するための総合ガイドラインを作成した。総合ガイドラインは、不活動またはEHIやERから復帰後の最初の2~4週間における安全で効果的なプログラムデザインに関して、ストレングス&コンディショニングコーチに明確な枠組みを提供する。総合ガイドラインを忠実に守ること、参加前の医学的評価を行なうこと、そして緊急時行動計画を設定することは、大学生アスリートの傷害や死亡事故の発生率を低下させるだろう。

#### 序論

##### 概説

1982年から、NCAA(全米大学体育協会)とNATA(米国アスレティックトレーナーズ協会)は、大学スポーツ傷害の世界最大のデータベースを継続的に保持してきた(36)。NCAA傷害監視プログラムからのデータによると、NCAA全体のスポーツプログラムの中で、アメリカンフットボールの傷害発生率が、試合中も(参加選手1,000名当たり傷害は35.9件)また練習中も(参加選手1,000名当たり傷害は9.6件)一貫して最も高かった(69,75,76)。さらに驚くべきことは、大学アメリカンフットボールは突然死の割合が最も高く、

また、選手同士の接触から生じた「重篤」および「重度」の傷害の発生率も、また非接触性の練習や監督下でのストレングストレーニングまたはコンディショニングセッション中の入院を必要とする衰弱性傷害の発生率も最も高い(23,25,74)。そこで2012年、NCAA、NATA、医学団体、ストレングス&コンディショニング(S&C)団体(全米ストレングス&コンディショニング協会[NSCA]と大学ストレングス&コンディショニングコーチ協会[CSCCa])を含めた各界の代表者らが、大学のコンディショニングセッションにおける突然死と身体衰弱性傷害の発生について議論し、対策を立てるために参集した。この会議の結果、大学スポーツにおけるS&Cのためのベストプラクティクス(最良の実践)の推奨事項が作成、出版、推進され、幅広い支持を得た(21)。間接的には関連するが、コンタクト(接触)に伴う傷害、具体的には脊髄損傷、脳震盪および慢性外傷性脳障害の発生率が増大した(15,38,54,56,57)ことに促され、NFL(ナショナルフットボールリーグ)とNCAAは、アスリートをより一層保護しようと、試合日の競技の管理により厳しいルールを定め、より優れた監視を提供し、違反行為のペナルティーを拡大した。2017年、NCAAは「アメリカンフットボールの年間練習におけるコンタクトの推奨基準(Year-Round Football Practice Contact Recommendations)」を発表し、コンタクト関連傷害を減らすことを意図して、特にシーズン前の練習セッションに制限を加えた。NCAAと他のいくつかの競技団体および医学団体は、熱心にこの問題に取り組み、大学の運動プログラムとそのコーチングスタッフに提供するために、大学の非接触性傷害と突然死の発

生率を減らすためのガイドラインとベストプラクティスの推奨事項を提供した(20,23,25,33)。例えば、労作性熱中症(EHIs: exertional heat illnesses)に侵されるアスリートの数を減らそうと努力するなかで、NCAAは、NATA、NSCA、CSCCaおよび他の複数の競技団体や医学団体と協力して、熱順化のためのガイドラインを作成した。このガイドラインは、夏季の練習セッションの回数や強度を制限し、それらのセッション中に着用する装備を限定した(20,25)。

関係者の不安の原因と介入の必要性は明らかに正当である。これまでの20年間に(1998～2018年)、2名の大学生アメリカンフットボール選手が(2001年に1名、2017年に1名)、試合中の直接コンタクトにより頸部に壊滅的な損傷を負い死亡した。同じ期間に、35名のアメリカンフットボール選手が、練習中またはシーズン前に参加したコンディショニングワークアウト中に死亡した。検死結果から、大多数の死因が労作性熱射病(EHS: exertional heat stroke)または潜在的な心疾患であったことが示された。

突然死の事例に加えて、監督下で行なわれたS&Cセッション中に、身体衰弱性傷害(心不全、EHIsと労作性横紋筋融解症[ER])を負ったアスリートの数も警鐘的に増加している。2018年6月の大学生アメリカンフットボール選手のEHI関連の死亡事例は、スポーツの最前線において、試合に出場する学生アスリートの適切な医療的ケアを順守することの重要性を思い起こさせる。コンディションを高度に整えたアスリートも潜在的に致命的な心臓疾患にかかっている可能性があるという考え、あるいは非接触性の突然死や入院を要する傷害を負う可能性が

あるという考えは、かつては想像できなかったかもしれない。けれども、予防できるはずの死亡事故はたとえ1件でも容認できないのに、過去20年間に35件もの死亡事故が起きている。大学生アスリートが致命的な事故を経験する可能性は常にあったし、現在もまだ残っている。少なくともS&C専門職は、死亡件数や入院件数が有意に増加しているという事実を認識しなければならぬ。これらの悲劇的な事故が発生する遠因を理解しようと試みたことにより、当然のことながらこの専門的職業に厳しい目が向けられ、一般市民の相当な怒りを招き、その結果、参加前のスクリーニング対策、参加前の医学的評価(PME: preparticipation medical evaluations)、練習セッションと公式試合のための傷害予防ガイドライン、緊急時行動計画(EAP)の策定ガイドラインなどの公表と実施に努力が払われた。

学生アスリートの安全を促進するルールの変更やS&Cのためのベストプラクティスの推奨事項にもかかわらず、大学スポーツにおける死亡や悲惨な事故はなお発生し続けている。コンディショニング活動が競技特異的な練習中にしばしば行なわれること、そしてそのようなセッションは、S&Cコーチにより計画、実施されていない可能性があり、また監督や監視の目が届かない可能性があることに注意が必要である。すべてのS&Cセッションは十分な訓練を積み、認定資格を有するS&C専門職が計画し、実施し、管理すべきであるという推奨事項がすでに公表され支持されているにもかかわらず、このような危険なセッションが行なわれている(21,70)。状況によっては、たとえ競技特異的な練習においてコンディショニングの局面をS&C専門

職が指導するとしても、S&C専門職はスポーツコーチに従属的であり、そのためコンディショニングセッションや活動をどのように計画し実施するかを決定する権限をもたない場合もある(70)。S&Cコーチとスポーツコーチの役割と責任に関する議論は必要であるが、本稿で論じる範囲を越えている。しかしそれは、学生アスリートの安全の向上に関する議論の一部でなければならない。

S&Cセッションは、個々のアスリートにおける現在の体力と疲労レベルを反映し、過剰な運動努力を必要としないように適切に計画し実施しなければならない。アスリートの体力と疲労の現在のレベルは本来変動するものであり、競技トレーニング、S&C、栄養、水分補給、睡眠その他の因子(投薬やサプリメント)による一時的また慢性的な影響を受ける。

非接触性傷害の事故は、過去10年間に大きく増加した。特に、不活動期間(学期中または学期間の休暇:1~2月と7~8月)を終えてトレーニングに復帰したばかりの学生アスリートにおいて、そのコンディショニングレベルがおそらく低下している時に有意に増加している。重篤なスポーツ傷害の全米調査研究センター(NCCSIR:National Center for Catastrophic Sport Injury Research)によると、非接触性傷害の危険性は、不活動期間後に、アスリートの体力レベルの低下に応じて運動量および/または回復対策が調整されないと有意に高まる。NCCSIRのデータは、非接触性傷害のおおよそ60%が、アスリートが不活動期間後にトレーニングに復帰する移行期間で起こることを示している。このような非接触性傷害の増加は、キャンパスに戻ってきた直後にアスリートが過剰な運動量に曝

露されること、さらにトレーニングの負荷がアスリートにとって適切な速度よりも早く増加することを示唆している。不活動期間後に重大な傷害と死亡事故が起こる危険性は十分に証明されており、2012年の協会間タスクフォース(Inter-Association Task Force)によるベストプラクティスの推奨事項でも取り上げられている(21)。すなわち、「コンディショニング期間は、運動への順応を適切に促進し、健康に悪影響が及ぶ危険性を軽減するために、徐々にまた漸進的かつ段階的に実施すべきである」。CSCCaとNSCAは大学生アスリートのために移行期間中のS&Cセッションに関して、これらのベストプラクティスの推奨事項を継続的に支持している。

1年生の大学生アスリートは、さらに高い傷害の危険性を抱える特別な集団である。トレーニング負荷の要求が高校スポーツから大学スポーツへと大きく変化するからである。S&C専門職は、この点に関しては、1年生アスリートのためのトレーニング負荷の処方において説明を果たしてはいるが、再度確認する価値がある。そうすれば、学生アスリートのトレーニング、健康および充足した生活に関連のあるすべてのスタッフが、この集団に対して包括的な取組みを行なうことができるだろう。転学生や自主的にスポーツに参加する学生アスリートは、より危険性が高い。というのも、彼らは多くの場合、すでにレギュラー選手に確定しているアスリートや奨学金を得ているアスリートを上回る成果を出して先発選手に選ばれようと努力するあまり、「多ければ多いほどよい」という気構えでトレーニングに臨む傾向があるからである。

悲劇的な事故が引き続き起きている

という事実は、すべてのスポーツコーチ、S&Cスタッフ、医療関係者と管理責任者が、特に移行期におけるS&Cトレーニングに伴う危険性と潜在的危険性について教育を受ける必要があることを反映している。NCAAとNATAは一連の機関誌を公開発行し、アスリートの突然死をもたらす最も多い条件の予防、スクリーニング、認識および対策のためのベストプラクティスの推奨事項(23)、シーズン前の熱順化のためのガイドライン(20)、EHIの予防ガイドライン(25)、さらに大学レベルのスポーツ医療管理のためのベストプラクティス(33)を公表している。身体衰弱性、非接触性傷害の増加を認識すると、不活動期間後(冬休みや夏休み後や受傷後のプレーへの復帰など)に、漸進的コンディショニングのために用いるトレーニング負荷に関して、大学コーチとそのS&Cスタッフのためのガイドラインが現時点で公表されていないことは驚くべきことである。CSCCaとNSCAによるこの共同研究の目的は、非接触性傷害に焦点を合わせて、移行期間中の大学生アスリートの再トレーニングに関するガイドラインを提供することである。ここに提供する推奨事項とベストプラクティスは、従来NATAやNCAAのスポーツの安全保障および医学的側面に関する委員会(NSCA Committee on Competitive Safeguards and Medical Aspect of Sports)、NCAAデヴィジョンIフットボール監視委員会(NCAA Division I Football Oversight Committee)、およびその他の科学、医学、アメリカンフットボール団体によりすでに発表されている内容と合致し、また、新たに生まれた科学的合意に基づいている。

## 重要な用語

これらのガイドラインの目的のために、「重度の(severe)」傷害とは、参加できない日が21日以上に及ぶ傷害と定義される。「重篤な(catastrophic)」傷害とは、アスリートが永久的な障害を負う傷害、完全回復は可能だが重大な傷害(頸椎骨折または頭部損傷)、一時的麻痺(短時間動くことができないが、完全回復可能)、運動に起因する熱中症、突然の心停止(SCA:sudden cardiac arrest)／重度の血管破裂、または死亡と定義される。傷害は、外傷性すなわち直接的／接触性の傷害と労作性／全身性すなわち間接的／非接触性の傷害に分類される。外傷は、スポーツの基本的なスキルへの参加から直接生じる傷害である。労作性／全身性傷害は、活動に参加中の運動努力の結果としての機能不全(通常は心臓または温度調節)によって生じるか、非致死性の傷害に続発する合併症によって起こる。これら定義は、従来発表されている研究によって裏付けられる(74)。

## 免責

この文書はS&C専門職がアスリートや他の参加者にサービスを提供する際に、その責任を果たすために用いる実践的なパラメータを提供することを意図している。ここで提供するガイドラインは、公表されている科学研究、他の関係団体のステイトメント(公式見解)、法的要求や訴追の分析、専門家の一致した見解などに基づいている。しかし、この情報は個人に対する適した判断や専門的な独自の助言に代わるものではない。

NSCAもCSCCaも、またこのプロジェクトに貢献した個人のいずれも、この情報を読み、解釈し、実行するいかなる第三者に対しても、一切の義務

を負わないものとする。S&Cコーチは、第三者にサービスを提供する際に、すべての参加者に対して、コーチ個人の訓練と教育経験に基づく独立した評価や意思決定を行なうことなく、これらのガイドラインを一律に適用してはならない。さらにS&C専門職はこの職業における新たな発展の状況を常に把握している必要がある。そうすればこのガイドラインは、特定のサービス要求を満たすために進化するだろう。

NSCAもCSCCaも、またこのプロジェクトに貢献した個人のいずれも、この文書の著述または発表を理由として、州法の下で免許を取得した専門職のみが実務を許されるいかなる専門領域(医学、理学療法、法律など)であろうと、その実務に従事しているとみなされることはない。この情報を利用するS&C専門職は、必要な場合や望む場合は、それらの免許を有する専門職から助言を求めることが推奨される。

## 参加前の医学的評価の実施と

### 緊急時行動計画の策定の重要性

学生アスリートのほとんどの死亡は予防可能であり、学生アスリートの健康と安全は、今なお専門職の最優先課題である。NATAのポジションステイトメント「スポーツにおける突然死の予防(Preventing Sudden Death in Sports)」(23)は、団体競技における突然死をもたらし最も一般的な症状の予防、スクリーニング、認識および対処法に関する詳細なガイドラインと推奨事項を提供している。方針を実行することにおいて、すべての大学レベルのコーチ、S&Cスタッフ、アスレティックトレーナー(AT)とアスレティックディレクターは、このガイドラインを熟知し、この文書で概説されている方針と手順の実施を支援することが期待

される。PMEの間に徹底的にアスリートを調査すること、EAPを作成し実行すること、そしてNCAAとNATAによって概要が示されたガイドラインと推奨事項に従うことが、身体衰弱性傷害や致命的な事故が起こる可能性を低減し、万一事故が起きた場合でも、生存の可能性を高めることができるだろう。これらの安全対策を忠実に守り実行することの重要性は、いくら強調してもしすぎることはない。

NATAのポジションステイトメントは、起こりうる致命的事故に適切に対処するために、EAPを確立し実践することの重要性を強調している(23)。EAPはそれぞれ特定の競技施設や場所(例えば、ウェイトルーム、ロッカールーム、体育館、個々の練習フィールドなど)に具体的に適合していなければならない。各EAPは、最低限、以下を含む必要がある。応急処置、心肺蘇生法(CPR)と自動体外除細動器(AED)を使用する救急救命者の計画とトレーニング、必要な救命機器と物資(抗てんかん薬、クーラーボックスなど)の最も近い保管場所、最も近い電話の場所と地域の緊急医療サービス(EMS:emergency medical service)および大学の関係職員(アスレティックディレクターなど)との通話計画などである。EAPはすべての要員の訓練記録、設備の保守点検、方針と手順、緊急時の行動、すべての対応の評価などを記録する責任者を(一人または複数)指名しておく必要がある。EAPでは、大学のキャンパス警備や救急サービス、地域のEMS、地域の病院などとの連携も図らねばならない。最も重要なことは、EAPを定期的に再検討し、話し合い、訓練することである(103)。

適切な管理を提供し、応急手当がいづつ必要とされるかを決定するために、

S&C専門職は様々な致命的となりうる疾患の症状や兆候を認識する必要がある。3つの最も重要で、潜在的に致命的となりうる病状は心臓突然死(SCD:sudden cardiac death)、労作性熱射病(EHS: exertional heart stroke)および労作性横紋筋融解症(ER)である。これらについてはこのガイドラインの次節以降で詳細に説明する。これらの3つの病状のそれぞれは、救急車が到着するのを待つことは、死あるいは永久的障害をもたらす可能性があるため、アスリートに即座に応急処置を施すことがきわめて重要である。NATAとNCAAの推奨事項とも一致するが、我々はすべての大学コーチとS&Cスタッフ全員に応急手当とCRPおよびAEDの訓練を行なうことを緊急提言する。そうすれば、免許をもつ医療専門職が到着するまで、現場で治療を提供する認定ATを援助できるだろう。このような管理は、(心臓突然死など)このガイドラインで説明された症状の一部にとっては不十分な場合もあり、また、アスリートの生命を救うことはコーチやS&Cスタッフの責任ではない(賠償責任もない)が、これらの専門職は学生アスリートの健康と安全を保証するために当然の努力をしなければならない。

### 心臓突然死 病態生理学

大学生アスリートは我々の社会で最も健康な集団のひとつであると考えられている。そのことが、彼らに対する心臓突然死(SCAまたはSCD)の診断が常に衝撃的で、我々すべてに深刻な影響を与える理由である。悲劇的なことは、SCDによる死亡はNCAAのアスリートの医学的な死亡原因の第1位であり、それらの大多数(60~80%)が

非接触性コンディショニングセッションに参加中か参加した結果起きている。2つの最もよくみられる原因は、肥大性心筋症と先天的冠状動脈異常である。その他にも、マルファン症候群、心筋炎、心臓弁膜症、大動脈解離、特発性左心室筋肥大、QT延長症候群、川崎病、アテローム硬化型冠状動脈疾患などを含む広範囲な死後診断があった(6,62-64,91)。SCD事例のうち、練習セッション中のアスリート同士の直接接触の結果起きたSCDは20%未満である(92)。これらの後者の事例における最も一般的な死後診断は、心臓振盪(「心臓の興奮」)であるが、これは心臓領域へ外傷的打撃により致命的な心室性不整脈と心拍停止が誘発された結果生じる。残念ながら、検死報告が常に正確に死因となる病的症状を詳しく説明できるとは限らず、心臓血管系の検死には標準化されたプロトコルが必要とされる。

### 事例

突然死の原因が隠れていた心臓血管系疾患によるものである事例は、1年間では、学生アスリート43,000人に1人と比較的少ないが、SCDの発生率は、1年に4~6件と比較的多い(60,64,91)。研究者がNCAAの死亡データベースすべてを分析した結果、首尾一貫して、黒人の男性アスリートでバスケットボール選手は実質的にSCDの危険性が高いこと、またSCD発生率は黒人アスリートが3~5倍高いことを示唆している(59,64,87,91)。バスケットボール選手は、潜在的に致死的な心臓血管系疾患の有病率が高いのか、それとも、このスポーツの要求が元々疾患のあるアスリートに実質的に高い危険性を強めているのかを決定するためには、さらに多くの研究が必要である。

いずれにせよ、コーチやATと他の医療スタッフは、危険性の高いアスリートを特定し、これらの悲劇を妨ぐための方策を改善するために、あらゆる努力をする必要がある。

### 症状と処置

接触や外傷のない状態で倒れたアスリートは誰でも、正常な気道が確保され、呼吸と循環が確認されるまでは、SCAの疑いが高いことは間違いない。死戦期呼吸すなわち喘ぐような呼吸は、倒れた直後に起こるてんかん発作のような動きやけいれんと同様、SCAの兆候であると認識すべきである。正常な呼吸と脈が欠如している場合は、EMSを即刻発動すべきであるとの警告であり、AEDの到着を待つ間、CPRを行ない、胸骨圧迫、気道の確保、人工呼吸を行なうが、動きを止めるのは拍動の確認と除細動のためだけである。CPRはEMSまたは他の認定医療提供者が引き継ぐか、(意識不明状態の)アスリートが動き始めるまで継続する必要がある。早期発見、迅速なCPRの開始、EMSの素早い始動、早期のAEDがアスリートの生存にとって死活的に重要である。倒れたのち、反応のないすべてのアスリートに対して、拍動分析と必要であれば除細動を行なうために、できるだけ早くAEDを用いるべきである。SCA後の生存率に影響を及ぼす最も重要な要因は心停止から除細動までの時間である。倒れてから3~5分以内に現場に居合わせた人がCPRを開始し、AEDを用いた場合の救命率は41~74%の範囲である(39,40,116)。

### 予防ガイドライン

PMEと従来の健康診断は不可欠ではあるが、重大な限界がある(88)。最も危険性の高いグループのアスリー

ト、すなわち心臓血管系疾患の既往歴があるか家族歴のあるアスリートに対して、心電図(ECG)と心エコー図(ECHO)の実施を検討する必要があるだろう。だが、これらの検査結果でさえも決定的とはいえない。複数の報告から、SCDを患ったアスリートの大多数(最大80%)は、参加前のスクリーニング中に実施した12誘導心電図では診断されなかったことが明らかになっている(87,91)。標準化された医学的な既往歴の書式を用いることにより、労作性失神(血圧低下により起こる一時的な意識消失)や運動不耐性、胸痛または不快感、心拍停止、あるいは家族の突然死など、アスリート個人の既往歴や家族歴を確認し、注意を促すことで、無症状の心臓病の検出率を改善できる。心臓血管系と呼吸器系の解剖学と生理学、および心臓血管系疾患と心機能障害に伴う合併症に関する継

続教育とより広範囲な知識基盤の獲得は、ATや医療従事者だけでなく、コーチやコンディショニングスタッフにとっても必須である。関係スタッフは、最低限、競技選手のために2007年にアメリカ心臓協会によって作成された、既往歴と健康診断に基づく参加前の12項目の心臓血管スクリーニングのガイドラインを認識していなければならない(89)。

### 労作性熱中症 病態生理学

EHIには、筋の痙攣(熱痙攣)のような軽い病状から、熱失神、熱疲労、労作性暑熱傷害、さらに深刻で致死的なEHSの症状までが含まれる。コーチとATは、アスリートに適切な予防や処置を行なうために、様々なEHIを識別できる必要がある。EHIの危険性は暑熱環境で運動を行なう間は

常に存在するが、通常的环境状況での運動でも生じることがありうる。通常EHIは、不慣れた暑熱に曝露された最初の5~6日間(シーズン前のコンディショニング中など)に起こる。その期間は、アスリートが暑さに順応し、血液量が増加し、心臓血管系の適応が完了する以前の段階である。2015年にNATAとNCAAは、高校および大学レベルのアメリカンフットボール選手のための熱順化プロトコルに関する合同ガイドラインを発表した(25)(表1)。NATAのガイドラインは、最初は防具をつけずに、その後順次防具を加えて行なうコンディショニング期間の重要性を強調している。EHIの一般的な原因と誘因を理解することは我々にとってきわめて重要である。例えば、鎌状赤血球形質のあるアスリートやEHIの既往歴のあるアスリートは、EHI、特にEHSに一層なりやすい。よ

表1 労作性熱中症(EHI)を予防するための推奨事項(25)

1. アスリートは、EHIの危険因子またはEHIの既往歴のあるアスリートを特定するために、医師の事前検査を受ける。
2. EHIの既往歴があるかEHIの危険性の高いアスリートは、特に綿密にモニタリングする。
3. アスリートは自分の水分補給状態をモニタリングし、運動の前後および運動中に必ず水分を補給する。
4. アスリートは、涼しい環境で毎晩少なくとも7時間の睡眠をとり、バランスのとれた食事をとる。
5. アスリートは、脱水効果のあるサプリメントやその他の物質を使用しない。
6. アスリートは、7~14日間かけて徐々に暑熱に順応させる。プレシーズンの練習のうち、最初の2~3週間が最も危険性が高いことを認識し、この間は可能な限りあらゆる予防策を講じる。
7. 計画的に休息をとり、運動-休息比を環境状態と練習セッションの強度に合わせて変更する。
8. 高温多湿環境に対する規定のガイドラインに従い、活動の種類と湿球黒球温度に基づく暑熱順応方針を策定する。高ストレス環境での練習セッションは、時間を遅らせたり短くしたり、または延期する。
9. スポーツ医療スタッフは、EHIの徴候と症状の予防と認識について、コーチとアスリートを教育する。また、コーチングスタッフとサポートスタッフは、トレーニングや練習を行なうそれぞれの場所や試合の会場に適した特別な緊急時行動計画(EAP)を検討し、予行演習を実施する。
10. EHIが疑われるアスリートを直ちに冷却できるように、冷水または水の浴槽とアイスタオルを常に用意しておく。EHI、特に熱射病に対処するためには、速やかな全身冷却がきわめて重要である。
11. EHIのアスリートの深部温を把握するために直腸温を測ることは、臨床的な鉄則である。他のいかなる体温測定(口内温、鼓膜温、前額温)も有効ではない。
12. 認定アスレティックトレーナーは、EHIの徴候または症状を呈するアスリートに対する医療介護の主要な提供者であり、EHIが疑われるアスリートの参加を制限する権限を有する。

くある原因に対処し、その有害な影響を軽減するための対策を実行することは、アスリートがEHIsを避けられるように援助し、次のEHIsの危険性を低下させる最善の方法である。EHSの病態生理学は多因子であるが、効率的に温度調節を行ない、高温多湿環境の状態に順応する身体能力も含まれる。アスリートの身体状態、体重、水分補給状態と電解質バランスおよび健康状態は、特定の種類の薬物療法、鎌状赤血球形質、あるいは以前の「熱損傷(heat casualty)」の経験などと同様に、EHSの原因となる(30,84,104)。

EHSは最も重度のEHIであり、中枢神経系(CNS)の機能障害と105°F(40.5°C)より高い深部体温が特徴である(5,18,47)。EHSは、過度の熱産生(運動中の筋から産み出された代謝熱)および/または効果的に熱を放散する身体能力の低下により、人体の温度調節機能が正常に反応しきれなくなった時に起こる。温度調節は、深部体温を約98.6°F(37°C)に維持するためのCNSと心臓血管系および皮膚との複雑な相互作用である(120)。身体の体温調節センターは視床下部にあり、深部体温の設定温度を決定している。身体の温度調節系は家庭の暖房装置にも似ていて、視床下部は負のフィードバックループを通じてサーモスタットとして働く。視床下部は温度受容器と循環血液から、深部および表面/皮膚温に関する情報を受け取る。視床下部は温度調節機構に指示し、体温に応じて調節するように、適切な熱-伝導反応を開始する。深部温が標準的な設定温度、すなわち98.6°F(37°C)以下に下がると、末梢血管の収縮と震えの反応により深部体温を上昇させる。深部温が標準的な設定温度を上回る場合は、逆に、皮膚の血管拡張と発汗増大を起

して放熱する(120)。深部温は、代謝熱の産生と体温の周辺環境へのまたは周辺環境からの伝導によって決定される。高強度エクササイズによって産生される代謝熱が1,000 kcal/時に近くなると、その熱の90%以上が運動により誘発される筋の代謝活動の増大から生じる。余分な熱負荷が身体から効率的に放熱されないと、深部温は急速に上昇する。熱を放散する最も効率的な仕組みは発汗(すなわち蒸発)である。しかしこの能力は、環境湿度が高くなると、またはアスリートが厚い衣服や防具を身につけていると、急激に低下する。EHSが起こる可能性が最も高いのは高温多湿環境であるが、どのような環境条件でも、高強度のエクササイズに伴って発症する可能性がある。

熱順化はコンディショニング過程の重要な一部であり、1~2週間かけて繰り返し暑熱に曝露されることに対する適応的な一連の生理学的反応である。この適応には、血漿/血液量の増加、1回拍出量と発汗率の上昇、心拍数と深部温および皮膚温の低下そして発汗による熱の損失などが含まれる(4,108)。アスリートが、パッドを付けて練習したり、1日に複数の練習セッションに参加したりする以前に、アスリートの熱順化を可能にする必要がある(20,24)。アスリートの順化能力は、自身の当初の体力レベルに依存し、コンディショニングレベルの高いアスリートほどより速く順応する。トレーニングを積んだアスリートは上述のトレーニングにより誘発された生理学的適応により、EHSを起こす可能性ははるかに低い。通常、体格指数の高いアスリート(BMI≥30)は順応に長い時間が必要であり、EHSの危険性も高い。彼らは体重に相対的な体表面積が小さく、そのため熱を効率的に放散でき

ないからである(25,27)。最後に、アスリートの順化能力は、練習またはコンディショニングセッションの強度と頻度により大きく異なる。高強度エクササイズは、フィールドで行なおうと、ウェイトルームで行なおうと、潜在的な危険性の高いアスリート(体力不足、過体重、順化の不十分な人)の深部温を30分もかからずに危険なレベルまで高める場合がある。実際、エクササイズの相対的強度は、部分的にはアスリートの体力レベルに基づいているが、アスリートにとって、深部温の上昇率と熱傷害を負う危険性の増大に最大の影響を及ぼす(25)。

アスリートの水分補給状態と対応する電解質バランスもまた、EHIの危険性に重要な役割を果たす。水分の摂取不足、超過発汗による水分損失、嘔吐、下痢、脱水効果のある薬品やサプリメント(利尿薬、抗ヒスタミン剤、CNC刺激薬、抗うつ薬など)およびアルコールなどはすべて、水分の測定可能な欠乏をもたらす可能性がある。体重のわずか2%の脱水でも、アスリートのパフォーマンスと効果的な体温調節能力にマイナスの影響を及ぼす(26)。アスリートが練習にやってきた際には正常な水分補給状態であること(すなわち最後の練習後に体重を回復すること)、また練習中は定期的に失った体内の水分を補う機会を必ずもつことに、特別な注意を払う必要がある。練習セッションの前後および連続した練習日を通して体重の変化を測定することは、水分補給状態のモニタリングのために望ましい方法である(120)。次の練習セッションまでに失われた水分が再補給されないとEHIsの危険性が高まる(19,120)。高温下での高強度エクササイズ中の発汗率は、1時間に2ℓまで増えることもある(9)。したがって、高

温環境でのコンディショニングセッション中は、水分不足を最小限に抑えるために、水分の再補給速度を早める必要がある。高い発汗率の結果、電解質のアンバランス、特にナトリウムと塩化物の不足も生じる。暑熱順化していないアスリートは、コンディショニングセッション中にこれらの電解質を多量に失うこともありうる。アスリートが、電解質の損失は水分の損失と同等に重要であるということを認識することが重要である。水と電解質の両方を再補給することは、コンディショニングセッション中のEHIまたは(あまりに多くの水を摂取することによる)労作性低ナトリウム血症の危険性を低下させる。

最後に、鎌状赤血球形質のアスリートは、EHS、虚脱、突然死の危険性が高い。鎌状赤血球遺伝子は、祖先がマラリア感染が多い地域の出身である人々(アフリカやインドなど)によくみられ、マラリアから保護するための後天的な遺伝子の適応が世代を超えて受け継がれていると考えられている(43)。この遺伝子をもつのは、白色人種のアメリカ人では10,000人に1人で、比較すると、アフリカ系アメリカ人では12人に1人ときわめて多い。この遺伝特性は、両親から継承されない限り疾病(鎌状赤血球症)とはみなされない。しかし、鎌状赤血球形質は赤血球中に発見される酸素運搬タンパク質であるヘモグロビンの奇形をもたらす場合がある。この遺伝子の異常により、ある特定の環境下で、正常な両面が凹んだ円盤型の赤血球細胞が弦月すなわち「鎌状」を呈する。暑熱、脱水、喘息、高地での運動、不十分な熱順化のすべてが、鎌状赤血球形質のアスリートが合併症を起こす危険性を増大させる。この形質をもつことはスポーツに参加

することの障壁にはならないが、この形質をもつアスリートが、高強度エクササイズ中に虚脱や死亡を含む身体的苦痛を経験する割合は一層高い。

### 事例

EHSは大学生アスリートのスポーツ関連死のうち第3の主要な原因であり、EHSの発生率は、すべての大学スポーツプログラムの中でアメリカンフットボールが最も高い(11)。スポーツ関連のEHSの死亡件数は1975年から2倍に増え、2005～09年までは、それ以前の30年間のいずれの5年間よりも多くの死亡事故が報告された(90,99)。National Center for Catastrophic Sports Injury Research(全米重篤スポーツ傷害研究センター)のデータベースでも、1990～2010年までのスポーツ関連死データから、高校および大学アメリカンフットボール選手の間で最もよくみられる死亡原因の3番目にEHIを挙げている。それは、報告された死亡事故の15.6%(n=38)を占めている。EHS関連死の発生率は、大学生アスリート間では比較的低いですが、他の形のEHIの発生率は依然高く、不安を感じざるをえない。最近の研究において研究者らは、NCAAのアメリカンフットボールシーズンの4期(2004～07)にわたるデータを分析し、60の参加大学を5つの地域に分類した(31)。選手たちはポジション、身に着けた防具および彼らが経験した特定の種類のEHIによって識別され、研究者らは、ATによって報告された、または毎年8月1日～9月30日までの期間に練習に参加できなくなったEHIの件数を計算した。報告された553件のEHIについて、およそ74%が労作性熱

痙攣に関連し、約26%が労作性熱失神と熱疲労との合併症であった。幸いにも、EHSの事例は報告されなかった(31)。EHIは米国南東部で一層発生率が高く、553件中446件を占めた。EHIの発生率は、暑さ指数の比較的高い地域で有意に高く、特に湿球黒球温度が82.0°F(27.8°C)を超えると有意に増加することが確認された。タイミングに関しては、熱中症は練習の最初の3日に最も多く、また1日2回の練習が6日目から始まった時は(プレシーズン中)、7日目と8日目に熱中症の増加が認められた。総合すると、EHIの発生率に関するこの研究結果から、プレシーズンの練習開始後最初の14日間は、アメリカンフットボール選手にとって最も危険な時期であることが示唆される。

### 症状と処置

EHSの2つの主要な診断基準は、CNSの機能障害と105°F(40.5°C)より高い深部温である(5,19)。致命的に高い深部温に加えて、EHSの重要な兆候と症状には、身体虚脱、てんかん発作、歩行困難、血圧低下、頻脈、眩暈、嘔吐などが含まれる。EHS関連死は、症状を素早く察知し、深部温(直腸体温)の測定と冷水浴(CWI:cold-water immersion)による迅速な処置を行なうことにより予防可能である(5,23,25)。EHSの症状を呈したアスリートは、虚脱し症状が現れてから「貴重な30分」以内に、可能であればその場で積極的に冷却する必要がある。目標は倒れてから30分以内に、アスリートの体温を102°F(38.9°C)以下に下げることである。罹患率と死亡率は体温の高さではなく、高体温の継続時間に関連づけられる。したがって「まず冷やせ、それから運べ」が原則である(22)。アスリー

トを冷水に浸すことは全身の体温を最速で下げる方法であり、そして最も低い罹患率と死亡率に関連する。CWIが利用できない場合は、濡れた冷たいタオルで身体全体を被い、扇風機の使用の有無にかかわらず、冷水を浴びせる方法もとれるが、CWIほど効果的ではない。アスリートを病院に搬送する前の冷却の方針と手順を明示し、体育局のEAPに明記し、EMSの隊員と共有しておかねばならない。そして、すべてのコーチ、トレーナーおよび関与する医療関係者は、十分に協力して対応しなければならない。アスリートの体温が症状が現れてから30分以内に102°F (38.9°C)以下まで低下すれば、死亡率はゼロに近づくか実質的にゼロとなり、大多数の事例で、重大な結果には至らずに回復する。

#### 予防ガイドライン

アスリートにとってEHSによる死亡にまつわる最も悲劇的な事実は、この症状が完全に予防可能だということである。同時に、予防可能なEHSの本質とは、その発生に備える十分な機会があり、発生の危険性を低減できることを意味する。NATAは、NCAAおよび他の競技団体や医学団体と協力し、2015年にEHIsの予防と認識および治療に対応するための具体的なガイドラインをまとめ、ポジションステイトメントとして発表した(25)。NATAの推奨事項は、S&C専門職とATを支援し、アスリートの最大限の健康と安全を守りパフォーマンスを最適化することを目的に作成されている。しかし、生理学的刺激と環境条件に対する個人の反応は上述の理由(トレーニング状況、BMI、水分補給状態など)により大きく異なる。したがって、NATAのポジションステイトメントの推奨事項は、

EHIsからの完全な防御を保証するものではなく、関連リスクを軽減するためのものである。それにもかかわらず、コーチとATは、それらの推奨事項と予防対策を、EHIsの予防と対応の総合的な対策の一部として、注意深く検討し実施すべきである。

2018年、アメリカンフットボールのコンディショニングドリル中に起きた最近の死亡事例は、悲劇的であるとともに予防可能であった。報告された結果に基づく、管理監督のすべてのレベルで(コーチとATと大学管理者)、組織的失敗があったと判定された。実施された(その結果学生アスリートの死をもたらした)コンディショニングテストは、4週間の休暇から戻った初日であり、高強度のコンディショニングセッションの前に順応期間は設定されなかった。コンディショニングセッションの前にS&Cスタッフによる個人の体力評価も報告されず記録もなかった。事故が起きた時、コーチングスタッフもトレーニングスタッフも出来事の重大性を認識できず、伝えられるところでは、大学のEAPにも精通していなかった。明らかに苦痛を感じていたにもかかわらず、学生アスリートはEHIの症状が現れるまで、34分間フィールドの周りを歩かされた。学生アスリートの直腸温の測定もモニタリングも行なわれなかった。バイタルサイン(生命徴候)は、測定もモニタリングもされなかった。学生アスリートの早急かつ積極的な冷却も行なわれず、最終的にはアイスバックとアイスタオルが使われたもののすでに遅かった。CWIのための浴槽は利用可能であったが、練習セッションの前の準備が行なわれていなかったため、事故が起きてからも使用されることはなかった。アメリカンフットボールのコンディショニング

グのために使われる外傷治療用のバッグがトレーニングルームから探し出して持ってこられたが、コミュニケーションは分断され、スタッフが到着したEMSをどこで出迎えるかについて混乱があった。大学のEAPに示されていたように、スタッフが予め決められた場所に行き、EMSを出迎えることはなかった。要するに、大学のEAPは設定されたガイドラインの目的を満たしていたかもしれないが、大学のコーチングスタッフとアスレティックトレーニングスタッフおよび管理者は、ベストプラクティスの計画と訓練そして実施に失敗したのである。

#### 労作性横紋筋融解症 病態生理学

横紋筋融解症はあまり一般的でないが、死に至る危険性のある病状であり、骨格筋の大規模な融解と、その結果として循環器系への細胞内物質の放出を特徴とする。これらの流出細胞内物質には、ミオグロビンとカリウムのほか、酵素クレアチンキナーゼ(CK)、乳酸脱水素酵素、血清グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼおよびアルドラーゼなどがある(77,111)。これらの細胞内物質の流出は、高カリウム血症などの電解質攪乱を引き起こし、吐き気、嘔吐、精神錯乱、昏睡および心臓不整脈などをもたらす可能性がある。横紋筋融解症は、患者の13~67%で急性腎損傷を引き起こし、その割合は米国の急性腎不全患者の5~10%に及ぶ。尿はミオグロビンが混入するために、しばしば紅茶の色と説明される暗褐色になる。腎臓の損傷は排尿不全または尿の産生不能などをもたらすが、それは普通、最初の筋損傷から12~24時間経つと起こる。これらの兆候と症状は非特異的であり、必ず起こると

いうわけではない。血中CK濃度の上昇が最も敏感な検査指標であり、筋損傷、高カリウム血症、筋コンパートメント症候群と急性腎不全を示唆する。これらは生命に危険を及ぼす可能性のある重大な合併症である(85,94)。

コンディショニングエクササイズまたは極端な運動努力により横紋筋の融解が起こると、臨床的にERと呼ばれる。ERは最も一般的な診断ではあるが、横紋筋融解症にはその他多くの不随症状があり、挫滅外傷、体温の異常低下や高熱、赤血球鎌状形質(他の貧血症状)、ヘビ咬傷、感染、薬品、および遺伝的状态(代謝ミオパシーなど)などが含まれる(80)。原因が何かにかかわらず、筋細胞破壊の病態生理学は、共通の経路をたどる。損傷した筋細胞は、細胞膜の直接破壊により、またはエネルギー(アデノシン三リン酸[ATP])の枯渇により影響を受ける。細胞膜における $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPアーゼと $\text{Ca}^{2+}$ -ATPアーゼのポンプ機能が機能不全に陥ると、超過カルシウムが細胞中に蓄積し始める。過度の細胞内カルシウムが、今度はプロテアーゼを活性化し、アポトーシス(細胞死)の過程が始まる。同時に、活性酸素種を除去する細胞の能力が失われ、ミトコンドリアの機能障害をもたらす(53)。これらの症状が合わさり、筋細胞死と死細胞の内包物の循環系への放出をもたらす。このガイドラインでは、ERの予防、認識および対処法に焦点を合わせる。

## 事例

横紋筋融解症の症候群は、第二次世界大戦中、ロンドン大空襲後に詳細に説明されたのが最初であるが、当時は挫滅外傷と関連づけられた(14)。類似の症状は、強制収容所の生存者においても報告された(34)。ERの事例が最

初に確認されたのは1960年で、31名の米国海兵隊員がスクワットジャンプを過度に行なったのち入院したことが報告された(50)。米国軍隊の最近の研究では、基礎訓練を受けている個人の最大40%に、普通は最初の6日以内にERが起こることが示されている。軍隊では、訓練生の低い体力レベルと反復運動(ロークローリンプッシュアップ、シットアップ、スクワットなど)がERの主要な危険因子であるとみなしている。今日までに実施された米軍の研究によると、ミオグロビン尿症(血液中の超過のミオグロビン)は2~3日で解消され、大抵の症状は1週間以内に臨床的な改善が見込まれる。注意を促す価値があるのは、1980~2000年の間の熱中症の全症例のうち、25%はERを伴い、それらの兵士の33%が急性腎不全を発症したことである(1,7)。

軍隊入隊者以外では、不活動期間から復帰したばかりの大学生アスリートは、ERの発症に最も影響を受けやすい集団である(1,3,7,44,46,82,98,102)。同様に、ボディビルダー、マラソン走者、多量のトレーニングプログラムを行なうアスリート、レジスタンスサーキットトレーニングとスプリントを組み合わせたハイブリッドワークアウトに参加するレクリエーションレベルのウェイトトレーニング選手などでも、ERが報告されている(12,16,28,48,49,110,113)。同様に、伸張性筋活動を強調する運動により、アスリートはERのより高い危険レベルに置かれるように思われる(29,79,121)。

今日までに最も広く知られたERの事例は、2011年1月に起きた(45,128)。3週間の冬期休暇の2日後、そのアメリカンフットボールチームは高強度のストレングストレーニングプログラムを開始した。プログラムには、バーベル

スナッチ、プルアップ、ダンベルロウ、ウェイトドスレッドドリルが含まれていた。ワークアウトで最も困難な課題は、アスリートの最終評価で測定された50% 1RMでの100レップのバックスクワットを行なうことであった。スクワットのワークアウトを完遂するための時間は指定されてはいなかったが、アスリートは完了時間を測定され、その時間の長短が競争とみなされた。1週間のうちに、13名のアメリカンフットボール選手がERで入院した(彼らのCK濃度は、正常濃度が22~198 IU/lであるのに対し、96,987~331,044 IU/lに達していた)。一部のアスリートは一時的な腎機能障害を起こしたが、誰も筋コンパートメント症候群は起こさずに済んだ。症状が治まるにつれて全員が数日のうちに退院した。この1件の事例をきっかけに、シーズン前のトレーニングの最初の数日を順応期間とすることが義務化された。

翌年(2012年)、同様のスクワットワークアウトの後、5名のアメリカンフットボール選手が入院し、そのうち1人は両脚の大腿四頭筋の筋コンパートメント症候群を発症した(109)。2017年には、3名のアメリカンフットボール選手が、一連の厳しいS&Cワークアウトに耐えたのちに入院し、S&Cコーチが停職処分となり、大学当局は体育局に代わり釈明文書を公表した。NCAAプログラムでは、アメリカンフットボール以外でも、これまでに多数のアスリートがERにより入院している。例えば2007年には、新任水泳コーチが彼の指導するアスリートに1分間にできるだけ多くのプッシュアップを行なわせ、続いて、1分間自体重スクワットを行ない、このサイクルを10分間反復させた。このコ

ンディショニングセッション後に、激しい水泳ワークアウトが続き、このトレーニング処方全体を次の2日間も繰り返した。その結果、7名の男女競泳選手がERにより入院したことは驚くに当たらない。2011年には、女子大学生サッカーチームのメンバー3名が、2012年には6名の女子ラクロス選手が、そして2016年には8名のバレーボール選手がERで入院した。大学ROTC(士官候補生)もまたERになった。ROTCにかかわる最も顕著な事例としては、時間を計って行なう「極限的コンディショニングプログラム」に参加後、44名中11名(25%)がERにより入院した。このプログラムは1マイル(約1,600m)走、100レップのプルアップ、200レップのプッシュアップ、300レップの自体重スクワット、さらにもう一度1マイルの完走で成り立っていた(113)。

以上をまとめると、軍人および大学生アスリートを対象とした研究からは、ERのリスクを増大させる特定の要因として、高熱、水分補給状態、鎌状赤血球形質があるか、アスリートが摂取している可能性のあるサプリメントの種類なども含まれることが示唆される(3,44,102)。

ERがEHIと高い相関関係にあることは驚くべきことではない。どちらの症状も、身体が放熱により温度調節をしようとして、血液が皮膚表面に向かって集まり、運動中の骨格筋から血流が遮断される時に生じる(16)。奇妙な形状の鎌状赤血球が小血管を塞ぐ傾向があるため、局所貧血性横紋筋融解症をもたらす、鎌状赤血球形質をもつアスリートもERの危険性が高いと思われる(43)。したがって、鎌状赤血球形質を受け継ぎ、労作性鎌状赤血球化を起こしやすいアスリートは、形質

をもたないアスリートよりも、ERによる死亡の危険性が高いと思われる(3,44,61,65,125)。

### 症状と処置

軽症例では症状が起きない可能性もあるが、ERのアスリートは、大多数がいくつか共通の症状を訴える(115,136)。ERが起きてから大抵数時間~数日以内に症状が現われる。よくみられる症状としては、しばしばズキズキと激しい筋痛、筋の脱力、筋の腫脹や炎症、紅茶またはコーラのような暗褐色の尿、全身疲労と倦怠感、不規則な心臓の鼓動、眩暈、意識の混乱や見当識喪失、吐き気や嘔吐などがある。筋コンパートメント症候群と呼ばれる二次的症狀は、静脈(IV)注射が行われたのちに起こる場合がある。二次的症狀として、神経、血管および筋の圧迫が起こり、組織のさらなる損傷と血流の問題が生じる。アスリートがERに関連した症状を訴えた際にはいかなる場合も医学的な治療を求める必要がある。治療を受けずに放置された場合は、重篤化し、腎不全あるいは肝機能障害などの致死的な合併症を起こす可能性がある。筋の融解を示唆するCKを調査する血液検査とミオグロビンを調査する尿検査は、横紋筋融解症の診断に役立つ(ただしERのアスリートのうち半数は、ミオグロビンが陰性である)。その他補足的検査が他の問題を除外するために、または合併症を確認するために実施されることもある。

治療は、腎臓損傷の危険性を増大させる可能性のあるその他の合併症の有無、症状や徴候の重症度により変わる。重篤な症例では、腎臓損傷は早期の処置を行わなかった場合、不可逆的に悪化する。したがって、回復を成功させるためには、早期の診断と治療がき

わめて重要である。ERの関連症状を呈しているアスリートは、早急に入院させる必要がある。点滴による治療は、尿量を維持し、腎不全を防ぐために役立つ。身体に水分を補充してミオグロビンを排泄させるために、大量の水が与えられることが多い。回復中は、腎臓による老廃物の濾過を助けるために透析が必要な場合もある。電解質異常(カリウム、カルシウム、リンなど)の管理は、心臓やその他の重要な臓器の保護に役立つ。筋コンパートメント症候群が筋の壊死や神経損傷を招く恐れがある症例では、緊張や圧力を緩め、失われた循環を取り戻すために、外科的処置(筋膜切開術)が用いられる場合もある。

### 予防ガイドライン

上記参照されたERに関するすべての研究は、根本的に重要な特徴を共有している。すべての研究は、アスリートまたは軍事訓練生/士官候補生が対象であり、彼らは多量の最大下レジスタンスエクササイズまたは自体重エクササイズ(プッシュアップ、プルアップなど)を疲労するまで行なうか、限られた時間枠の中で行なっていた。上で引用したERの症例の大多数は、アスリートがかつて経験したことのない新しいワークアウト処方に曝露されたか、またはデイトレーニング期間の直後(すなわち、冬休みまたは夏休みから戻った後)に起きた。その多くは、暑熱環境または空調設備の貧弱なトレーニング施設で起きている。脱水状態のアスリートや鎌状赤血球形質をもつアスリートはERの危険性がより高い。最後に、大学アスリートがかかわる大多数の事例は、エクササイズを罰として与えたり、「精神的な強さ」を鍛えようとする新人コーチや熱血コーチによって

起こされた(46,109)。多くの場合、アスリートが横紋筋融解症のために入院する結果となるのは、これらの複数の要因の組み合わせである。予防対策で最大の効果を上げるためには、すべてのS&Cコーチと彼らのスタッフ、そしてATが、ERについて、またその原因と症状について教育を受け、ERを防ぐためのベストプラクティスに取り組むことである。

### 移行期間中のトレーニングへの復帰

2018年2月に、NCAAの医療部長Brian Hainlineは、アスリートが著しいディトレーニングを経験した期間があると、トレーニングに起因する傷害が起こる可能性が増大することを認識し、一連のガイドラインを公表した。このガイドラインは、アスリートがトレーニングに復帰するまでの期間を移行期間とするよう推奨し、ワークアウトの運動-休息比(W:R)を低下させ、徐々に十分な強度まで漸進させるべきであると提言した。さらに、ワークアウトは文書に記録すること、そして管理スタッフが点検できるようにすることも必要である。

確かに、アスリートのトレーニング中の挑戦課題のひとつは、パフォーマンスの向上を最大化し、なおかつ傷害の可能性を最小化しながら、適切なエクササイズとその量や強度および休息を計画し実施することである。これは、本稿ですでに言及したように、ER、EHIs、および既往症や遺伝因子に帰せられる心臓疾患に特異的な症状の特定も含まれる。また、新入生アスリート、復帰直後のアスリート、およびER/EHI後のアスリートのための明確で標準化されたトレーニングガイドラインも必要である(122,133)。予防的介入によりすべて危険性を排除することはで

きないが、標準化された計画に従えば、移行期間に固有の危険性を最小限に軽減することができる。CSCCaとNSCAの合同委員会の使命は、不活動期間後に起こるERやEHIsおよび心臓血管系の事故の危険性を減らすためのトレーニングに関して、エビデンスに基づくガイドラインを提供することである。これらのガイドラインはまた、「選択的な」練習やワークアウトにも適用しなければならない。

不活動期間後のシナリオとして、3種類のシナリオを検討する必要がある。最初のシナリオは、2週間以上の休暇を終えて戻ったアスリート、および新任ヘッドスポーツコーチの下で練習を開始した学生アスリートのためのシナリオである。注目すべきは、このプログラム作成のガイドラインは、あらゆるスポーツ種目の学生アスリートに適用できることである。第2のシナリオは不活動期間を終えた1年生や転学した新入生アスリート、または新任S&Cコーチの下でトレーニングを開始したすべての学生アスリートのためのシナリオである。第3のシナリオはERあるいはEHIを発症後にトレーニングに復帰する学生アスリートのためのシナリオである。この最終シナリオには、学生アスリートに身体的ストレスを再導入し、漸進を提供するために、6~8週間のリハビリテーションプログラムが含まれるだろう(117)。

共同委員会は、不活動期間後2週間(復帰アスリート/新任ヘッドスポーツコーチ)または4週間(新入生アスリート/新任ヘッドS&Cコーチ)にわたり、50/30/20/10ルールを忠実に守り、量や作業負荷を低減するコンディショニングドリルの処方推奨する。この方法は表2に要約されている。このルールは、トレーニングに復帰した

最初の2~4週間のコンディショニングとテストの週ごとの量および/または作業負荷の推奨される低減率をコンディショニングプログラムの最大量に基づいて提示している。このコンディショニングプログラムは、トレーニングに復帰する前に、適切なスポーツ管理者に提出する必要がある。例えば、新たにプログラムに参加するアスリートは、1週目のコンディショニング量は、提出した最大コンディショニング量の少なくとも50%相当量を減少させる。次の3週間には、それぞれ30%、20%、10%減らす。それに伴うW:Rも、1週目は1:4かそれ以上、2週目は1:3かそれ以上とする(21)。これらの新入生アスリートに対しては、初日にコンディショニングテストを完了させなければならない。その量は、管理者に届け出たテスト量の50%とし、1:4かそれ以上のW:Rで実施する。2週間かそれ以上の不活動の期間から復帰したアスリートの場合には、最初の週のコンディショニング量は少なくとも50%、2週目に30%、そしてその後は基準の負荷に戻す。最初の週にテストを完了する場合は、(量、強度、あるいは休息时间を通して)作業負荷を20%減少させて実施し、2週目に実施するのであれば10%減少させて実施する。さらにこの移行期間中のレジスタンストレーニングは、FITルール(頻度、強度量および休息时间)が規定する推奨事項に従う。次に続く節および関連する表により、これらの概念の応用を説明する。留意すべき点として、各コーチは、環境状態やアスリート個人の必要性に基づき、量および/または強度をより大きく低減することも決定できる。

50/30/20/10ルールとFITルールにより、S&Cコーチは自らのプログラムが安全で効果的な方法であること

を検証し、また、学生アスリートが安全にトレーニングに復帰できることを保証できるだろう。これらのガイドラインはすべてのスポーツにおいて学生アスリートを守ることを意図しているが、同時に、S&Cコーチの専門性や自律性、さらには創造性を抑えつげず、S&Cコーチや大学を守ることを意味する。これらのルールは、不活動期間後に最初の2～4週間の義務的トレーニング中に適用すべきルールであり、ATが脳振盪のプロトコルをもっているのとほとんど同じように、すべてのS&Cコーチに標準化された道筋を示すものである。この推奨事項は、活動の低下が筋力(2,32,59,131)、有酸素性能力(73,127,130,131)や無酸素性能力(73,93,137)の低下および骨格筋の萎縮(32,59,78,100,101,132)をもたらす可能性があるという、デイトレーニング

に関する研究結果に基づいている。これらの低下は幅広い年代層で認められ(2,67,78,105,135)、潜在的な傷害や疾病の原因となる。以前にトレーニングを経験しているアスリートは、短期間のデイトレーニング(1～4週間)ならその影響は現れないことを示唆する研究もあるが(51,59,72,78,106,124)、主要なエビデンスは、特に長期間の不活動後は、現われる可能性のあるデイトレーニング効果を相殺するために、作業負荷を少なくとも短期間は低減することを支持している。

### 復帰アスリートまたは新任ヘッドスポーツコーチのプログラムのためのトレーニング復帰時のコンディショニングとテストの50/30/20/10ルール

短期間のデイトレーニング後に続く再トレーニングは、筋力と筋肥大

(67,105,106,132,134)だけでなく、有酸素性および無酸素性のパフォーマンスの回復的向上をもたらすことができる(73,100,127)。筋肥大のトレーニング中に獲得した筋核は、極端な萎縮の間も維持されるというエビデンスがあるため、再トレーニングは特に筋力と筋肥大の発達に効果的である(13,55)。筋核は筋成長のために必要とされる仕組みとして働き、したがって多くの筋核があればそれだけ不活動期間に失われた骨格筋量の回復が容易となる。そのうえ、ヒト(8,41,52)やラット(10)を対象とした研究は、最初のトレーニングおよび/または再トレーニングが、心筋の形態と機能を促進することを示した。したがって、作業負荷を低下させた2週間の移行期は、アスリートが、不活動により失われた筋力や代謝能力を完全に回復するために十分である。

表2 移行期後のトレーニングのための推奨ガイドラインの概要

ステータス	コンディショニング活動	テスト	ウェイトトレーニング	プライオメトリックス
シーズン中のアスリート	適切なスポーツ管理者に届け出たコンディショニングプログラム			
復帰アスリートまたは新任スポーツコーチ	登録されている最大コンディショニング量から2週間にわたり週ごとに50/30%低減する。週内は均一に配分する。	2週間で行なうすべてのテストで、運動負荷(量、強度、または休息时间)を週ごとに20/10%低減する。	2週間にわたり、量、強度に対するFITルールおよびW:Rの指針を適用する。IRVを11～30の範囲とする(表7と8)。	第1週は接地回数を70回/セッション以下、W:Rは1:4以上。第2週は接地回数を100回/セッション以下、W:Rは1:3以上。適切な強度を用いる。
新入生アスリートまたは新任ヘッドS&Cコーチ	登録されている最大コンディショニング量から4週間にわたり週ごとに50/30/20/10%低減する。週内は均一に配分する。	初日に完了するテストの量を50%低減する。翌週に再度テストを行なう場合は、週ごとに30/20/10%低減する。	2週間にわたり、量、強度に対するFITルールおよびW:Rの指針を適用する。IRVを11～30の範囲とする(表7と8)。	第1週は接地回数を70回/セッション以下、W:Rは1:4以上。第2週は接地回数を100回/セッション以下、W:Rは1:3以上。適切な強度を用いる。
ER、EHIまたは長期の不活動から復帰したアスリート	登録されている最大コンディショニング量から4週間にわたり週ごとに50/30/20/10%低減する。週内は均一に配分する。	初日に完了するテスト量を50%低減する。次の3週間に再度テストを行なう場合は、週ごとに30/20/10%低減する。	5週間かけて漸増し(表9)その後1週間はFITルールの上限を守る。	低負荷での接地回数を80回/セッション以下とし、1週1～2セッションとする。5週間かけて接地回数と強度を漸増する。(表10)

EHI=労作性熱中症、ER=労作性横紋筋融解症、IRV=強度相対量、W:R=運動-休息比

しかし、復帰アスリートのための量負荷を指定する際は格別な慎重さが求められる。したがって、合同委員会は、週ごとのコンディショニング量を1週目は記録されている最大量から50%減少させること、W:Rを1:4かそれ以上とすること、2週目は作業量を30%少なくして、W:Rを1:3かそれ以上とすることを推奨する。

例えば、アメリカンフットボール選手のための総コンディショニング量が1週間に4,000ヤード(約3,660m)であるとする、最初の週には2,000ヤード(約1,830m)以下に減少させ、2週目の移行期には最大限2,800ヤード(約2,560m)とする。各トレーニング日の量は、傷害を回避するために、1週間に2日かそれ以上にわたり適切に配分しなければならない。

コンディショニングテストが完了している場合は、作業負荷(強度、量、休息时间またはその組み合わせ)は最初の週に20%、2週目に10%減らす必要がある。作業負荷の減少により、これらのテストセッションのためにW:Rを変更する義務はない。表3~6では、復帰アスリートのテストのためのこのルールの応用例を概説する。例えば、反復スプリント能力(RSA:repeat sprint ability)のテストを6~8秒で行なう応用では、1回ごとに45秒の休息をとり、団体フィールド競技に関しては、コンディショニングの最初の2週間には、1週間のスプリント量が285ヤード(約260m)を超えてはならない(66)。20%と10%の低減は、最大量の285ヤードに到達する前に、それぞれ、約230ヤード(約210m)と260ヤード(約238m)のスプリント量をもたらす(表3)。遅発性筋痛の形で示される、筋の運動により誘発され

た筋損傷がRSAのパフォーマンスを低下させることが明らかになっているため(37)、そのことも考慮して、本ガイドラインの下での最初の2週間は、

減少した作業負荷を用いている。テスト作業負荷の減少のための追加の選択肢が表4~6でみられる。これらのテストのための基準はプログラムご

**表3 団体フィールド競技のための反復スプリント能力(RSA)テストの低減率**

週(低減率%)	量	強度(秒)	休息时间(秒)
第1週の量(20%)	230ヤード(約210m)	6~8	45
第2週の量(10%)	260ヤード(約238m)	6~8	45
第3週の量(通常)	285ヤード(約260m)	6~8	45

**表4 アメリカンフットボールにおける110ヤード(約100m)スプリントの作業負荷の低減オプション(101)**

週	低減オプション	レップ数	強度(秒)	休息(秒)
第1週	量(20%)	13	15	45
	強度(20%)	16	18	45
	休息(20%)	16	15	54
	強度(10%)と休息(10%)	16	17	50
第2週	量(10%)	14	15	45
	強度(10%)	16	17	45
	休息(10%)	16	15	50
	強度(5%)と休息(5%)	16	16	47
第3週	標準	16	15	45

これはスキルポジションの例である。ラインマンのベースライン強度は18秒。

**表5 大学バスケットボールの60ヤード(約55m)シャトルテストの作業負荷の低減オプション:合計18レップを3~4セットに分割、12秒でレップを完了、休息はレップ間45秒、セット間90秒**

週	低減オプション	レップ数	強度(秒)	休息(秒)
第1週	量(20%)	14	12	45
	強度(20%)	18	14	45
	休息(20%)	18	12	54
	強度(10%)と休息(10%)	18	13	50
第2週	量(10%)	16	12	45
	強度(10%)	18	13	45
	休息(10%)	18	12	50
	強度(5%)と休息(5%)	18	13	47
第3週	標準	18	12	45

とに変動すると思われるが、スポーツやスキルレベル(ディビジョン I のアスリートなど)により確立されている基準と一致する。様々なアスリートのための標準化されたテストと基準は、NSCAのNSCA's Guide to Tests and Assessments(テストと評価の指針)(97)で参照できる。コーチは、所定のプログラムにおいて各コンディショニングドリルに対しアスリートに期待される最大能力として定めた基準に、これらの強度、量、または両方の変化を適用する必要がある。

### 新入生アスリートまたは新任ヘッド S&C コーチのプログラムのためのトレーニング復帰時のコンディショニングの 50/30/20/10 ルール

プログラムに参加したばかりの新入生アスリート(大学1年生または転学生)はデイトレーニング期間後、テストやトレーニングの要求に対する生理学的な準備が整っていない可能性がある。2~4週間のデイトレーニングにより、毛細血管密度と血液量の減少に伴い(100)、有酸素性および無酸素性パフォーマンスが低下すること

もある(73)。同様に、短いデイトレーニングの期間でもわずかながら筋力の低下をもたらす(71)。しかし、不活動の期間が長くなれば(シーズン中のトレーニングを行なわない期間も含め)さらに大きな筋力の低下をもたらす(58,83,123)。したがって、再トレーニングの過程にはより慎重に取り組む必要がある。デイトレーニングと再トレーニングの程度に関する時間経過を理解することにより、新しいプログラムに着手する際、または移行期にトレーニングを再開する際に、量および/または強度の低減が正当化される。

デイトレーニング期間と生理学的コンディショニングはアスリートごとに異なるし、また以前のプログラムやテスト結果の記録のないアスリートに関しては全く不明である。そのため合同委員会では、1週目には記録されている最大コンディショニング量から最低でも50%少ない量から始め、その後の3週間は、それぞれ30%、20%、10%ずつ量を減少させる予防的安全措置を義務づける。1週目のW:Rは1:4より大きくし、2週目以降のW:Rは1:3かそれ以上を用いるべきであ

る。これらの新入生アスリートに対しては、コンディショニングテストをトレーニングに復帰した初日に実施する必要があり、管理者に届け出ている基準テスト量の50%で、1:4かそれ以上のW:Rを用いてテストを実施する。義務的ではないが、再度テストを実施する場合は、コンディショニング活動のルールに従い、量は毎週30/20/10%の低減率で、標準的な強度と休憩時間で実施する。

### 長期のデイトレーニング、労作性熱中症、労作性横紋筋融解症後のトレーニング復帰時のコンディショニングの 50/30/20/10 ルール

前述のトレーニングへの復帰に関する推奨事項は、トレーニングへの参加を妨げるERやEHIの症状を最近経験したことのない学生アスリートに適用される。重症を負ったり、EHIやERを経験した学生アスリートにとって、回復はより一層困難である。学生アスリートがトレーニングや練習から遠ざかっていた時間は様々に異なるが、彼または彼女が入院治療から解放されるとすぐにトレーニング過程への復帰が始まる。Schleichら(122)は、4段階の復帰方法を説明した。第1段階は、日常生活の活動だけを2週間行ない、第2段階では1週間の水中エクササイズとウォームアップエクササイズの使用を開始する。第3段階は自体重だけのレジスタンスエクササイズとコアトレーニングおよびストレッチングを加え、さらに4日目にステーションナリーバイクを加える。最後に、第4段階で、推定1RMの20~25%のレジスタンストレーニングとアジリティエクササイズおよびランニングを導入する(122)。Cartwright & Pitney(17)が概説しているように、これらの4段階は、8段階の

表6 大学ソフトボールハーフガッサーテストの作業負荷の低減オプション:20レップ、106ヤード(約91m) / レップ(スプリント距離は1方向53ヤード[約48m])、19秒でレップを完了、休息1分

週	低減オプション	レップ数(ヤード)	強度(秒)	休息
第1週	量(20%)	16(1,696)	19	1分
	強度(20%)	20(2,120)	23	1分
	休息(20%)	20(2,120)	19	1分12秒
第2週	強度(10%)と休息(10%)	20(2,120)	21	1分6秒
	量(10%)	18(1,908)	19	1分
	強度(10%)	20(2,120)	21	1分
第3週	休息(10%)	20(2,120)	19	1分6秒
	強度(5%)と休息(5%)	20(2,120)	20	1分3秒
	標準	20(2,120)	19	1分

計画を含む傷害後の身体機能の発達に従っている。(a)可動性、(b)柔軟性、(c)固有感覚、(d)筋力、(e)筋持久力、(f)筋パワー、(g)心臓血管系持久力、そして(h)競技特異的機能である。学生アスリートが上述の4段階を完了しS&Cコーチに引き渡された途端、継続して回復を漸進させることはコーチの責任である。トレーニングに復帰中の学生アスリートの回復とプログラムの効果をモニタリングすることは、効果的な身体適応にとって重要である(118)。S&Cコーチは、通常のトレーニングに復帰する前に、最低50/30/20/10%の量の低減ルールに従い、コンディショニングドリルとウェイトトレーニングの量の漸増を継続する。一般的に、このトレーニングへの復帰には、医療従事者から解放された学生アスリートが筋力を回復し、S&Cの基礎を形成する十分な時間をとるために、6～8週間が必要であると思われる(117)。コンディショニングとウェイトトレーニングの漸進は、再び傷害を負う危険性を減らすために、より具体的にはERとEHIの再発を避けるために、トレーニング負荷や回復および疲労の管理を考慮に入れねばならない(129)。

### ウェイトトレーニングのためのFITルール

積極的休養または最小限のトレーニングに続く移行期にウェイトトレーニングを再開するために、新たに加わるまたは復帰するアスリートに適用される身体的ストレスに注意を払う必要がある最初の2週間は、S&Cコーチはそれぞれの学生アスリートのために、トレーニング刺激の種類、量、強度、頻度および潜在的リスクの種類を認識している必要がある。FITルールは、頻度(Frequency)、強度相対量(IRV:

Intensity relative volume)および休息时间(Time of rest interval)が重度の筋損傷の可能性を最小限に抑えるために適切に処方されることを保証するために作成されている。

頻度とは、特定の筋群、または運動の種類に対し、1週間に完遂するトレーニングセッションの数と定義される(95)。例えば、学生アスリートが週に5回トレーニングをすることで、そのうち下半身は3回だけだとすると、下半身の運動に対する頻度は3となる。それぞれの筋群または運動の種類についてどのようにトレーニングのエクササイズを頻度のパラメータに適合するように分配すべきかをS&Cコーチは慎重に決定しなければならない。不活動期間後は、1週目には頻度が週3日を超えないこと、2週目でも週4回を超えないことが勧められる。IRVは% 1RMを含む量負荷から派生し(95,107,138)、以下の等式で求められる。

$$\text{セット数} \times \text{レップ数} \times \% 1 \text{RM (少数)} = \text{IRV単位}$$

S&Cコーチは、それぞれの学生アスリートのトレーニングプログラムで用いることのできる、セット数とレップ数の幅広い組み合わせや調整法を知っている。McMasterら(95)による体系

的レビューによると、11～20までのIRVは最大筋力の増加をもたらすのに対し、21～30までのIRVはいくぶん少ない筋力の増加をもたらす。11以下のIRVは筋力の向上には十分ではないかもしれない。したがって、合同委員会は、特定の筋群ないし運動の種類に対して11～30までのIRVを推奨する。30より大きなIRVは、不活動期間直後の2週間には避けるべきである。**表7**は、トレーニングプログラムにIRVをどのように応用すべきかについての具体例を提供する。各S&Cコーチは、トレーニングプログラムへの復帰制限に関して、彼または彼女自身の判断を用いるであろう。提示された選択肢は、FITのルール内でも、プログラムの様々な様式に合わせて選択の自由があることを意味している。

同様に、W:Rとして知られる休息時間は、学生アスリートにおいてERの危険性を減らすために考慮しなければならない重要な要素である。すでに説明したように、ERはレジスタンストレーニングサーキットを含む多量のトレーニングプログラムまたはスプリントを伴うハイブリッドワークアウトとしばしば関連する。学生アスリートにおけるERの事例を参照すると、その大部分で、学生アスリートはW:Rが1:1かそれ以下の状況にあった。しかし、休息時間の追加は、心肺系と循環系が

表7 移行期後の最初の2週間における強度相対量(IRV)の適用例

例	セット数	レップ数	% 1RM	IRV単位	レベル範囲
1	3	12	0.65	23.4	許容
2	5	10	0.60	30.0	許容
3	5	8	0.70	28	許容
4	8	5	0.75	30.0	許容
5	10	10	0.50	50	高すぎる

ウォームアップセットを含む。  
RM=最大挙上重量

筋に酸素を運搬し、筋の細胞損傷の可能性を減じるために必要である。したがって、大学生のコンディショニングセッションにおける突然死を防ぐための協会間特別委員会(Inter-Association Task Force for Preventing Sudden Death in Collegiate Conditioning Sessions)によるW:Rのガイドラインに基づいて、合同委員会は、すべてのウェイトトレーニングは、1週目は1:4以上、2週目は1:3以上のW:R比を用いるよう推奨する(21)。より伝統的なストレングストレーニング中に提供される休息は、はるかに大きい。この最低基準は、多量/高強度のトレーニングセッションに参加する学生アスリートを保護するだろう。合同委員会は、通常のトレーニングに復帰するまでの移行期間に、増大するERの危険性から学生アスリートをさらに保護するために、S&Cコーチに対し表8のFITルールで規定されたパラメータを順守することを推奨する。表8の情報を再検討後、現在のプログラムにおいて期分けされたリフティングの評価を始める必要がある。コーチが、当該プログラムがすでにガイドライン内に収まっていることに気付く場合もあるだろう。

### トリプルエクステンション エクササイズ

トリプルエクステンションエクササイズ(クリーン、スナッチなど)は身体

に対する要求が独特である。トリプルエクステンションエクササイズの量の限界に関する公表された研究はない。また、負荷を用いた多量のトリプルエクステンションエクササイズによるER事例報告はないが、不要な危険性を避けるためにはなお注意が必要である。指導する学生アスリートのプログラムにトリプルエクステンションエクササイズを用いているS&Cコーチは、量、強度およびW:R比に関して、ベストプラクティスのプロトコルを支持すべきである。

ベストプラクティスに基づき、合同委員会は、すべてのトリプルエクステンションエクササイズに関して、IRVが移行時期中の最初の2週間に25単位を超えるべきではないと推奨する。さらに、これらのエクササイズのセット数×レップ数で定義される1日の総トレーニング量は、50レップを超えてはならず、週の合計量は1週目は125レップを、2週目は150レップを超えてはならない。

### プライオメトリックエクササイズ

負荷をかけたトリプルエクステンションエクササイズは従来からパワーの向上のため用いられているが、プライオメトリックエクササイズも多くのプログラムにおいて、学生アスリートのパワーの向上を目的とした主要なトレーニング方法として用いられている。これらのエクササイズも同様に、

不活動期間後の最初の2週間は、S&Cコーチによるモニタリングと記録が必要である。プライオメトリックエクササイズにFITルールを適用することは、アスリートの体重および相対的な筋力レベルが異なるため、一層困難かもしれない。しかし推定値は50/30/20/10ルールを使って得られるだろう。例えば、シーズン中のアスリートのために以前から広く認められている推奨量である120～140回の接地回数に基づく(112)、最初の2週間のプライオメトリックワークアウトは、平均的なサイズのアスリートの場合、S&Cコーチによって決定されたエクササイズ強度を用いて、1週目は70回を超えてはならず、2週目は100回を超えてはならない。体重の重いアスリートや筋力レベルが平均より劣るアスリートに関しては、S&Cコーチの裁量によりこの値を変更する必要がある。トレーニングに復帰したアスリートの場合、第3週と4週には通常量での参加が認められるが、全く新たにプログラムに着手したアスリートは、20/10%の低減ルールに従うべきである。プライオメトリックエクササイズのセット間の休息時間は、1週目は1:4以上のW:Rとし、2週目は1:3のW:Rとする。

### 労作性横紋筋融解症と労作性熱中症からウェイトトレーニングに復帰するための補足的留意事項

ERとEHIs後の学生アスリートの筋力と筋パワーのテストを実施する際は、伸張性筋活動がERの引き金となるため特に注意が必要である(42)。無制限のウェイトトレーニングとパワートレーニングの前に、学生アスリートはまず、筋力とパワーをベースラインのレベルに戻す必要がある。これは傷害が起こる前のアスリートのテスト結

表8 FITルール

カテゴリー	第1週のパラメータ	第2週のパラメータ	出典
頻度	最大3セッション/週	最大4セッション/週	McMasterら(95)
IRV	11～30単位	11～30単位	McMasterら(95)
休息時間	W:Rは最低限1:4	*W:Rは最低限1:3	Casaら(25)

\*3週目以降のW:R比は、プレシーズンの残りの期間を通して最小限1:2とする(21)。

IRV=強度相対量、W:R=運動-休息比

果に基づいて決めることができる。筋力とパワーのレベルはスポーツによっても、アスリートのポジションによっても、またトレーニング年数や既往歴によっても異なる。したがって、これらの学生アスリートのために、S&Cコーチはテストを各個人に合わせて実施することが必要である。したがって、ウェイトトレーニングプログラムの最初のテストは、いずれ制限されないトレーニングに戻った際にテストされるであろう筋群のすべてを評価する必要がある。回復中の筋群に負荷をかけることはストレスが大きいと思われるため、筋力とパワーのテストは第1週のトレーニングセッションとして数えられるだろう。伸張性トレーニングは、一時的に身体パフォーマンスを低下させる筋損傷の可能性を高めるメカニズムとして広く認められているため、ER / EHIの結果S&Cを休止後は、伸張性筋活動を強調または取り入れたウェイトトレーニングをプログラムへ徐々に再導入しなければならない(37,81,96,119)。しかし、伸張性トレーニングの適切で一貫性のある応用は、身体パフォーマンスを増大させることができるので(96,139)、アスリートに耐性があればすぐに取り入れるべきである。ERまたはEHI後にトレーニングに復帰する学生アスリートは、ウェイトトレーニングの経験が全くない初心者のアスリートのように扱うべきであり、前述のガイドラインに従う必要がある(126)。テストセッション後、トレーニング頻度は、1週目、そしておそらく2週目も週2回のウェイトトレーニングセッションから始め、その後週3回へと漸進する(126)。ウェイトトレーニングセッションの終了後48時間以内に筋痛が消えれば、より高いトレーニング頻度を取り入れる

ことが可能である。セット間の休息時間は、ER後の最初の2週間は、筋力とパワーのために最低でも5分間とする(126)。ERから復帰した学生アスリートに可能な漸進を表9に提示する。

プライオメトリックス、スピードおよびアジリティエクササイズを取り入れる決定は、これらの活動について初心者レベルですでに設定されている基準を満たす必要がある(バックスクワットは体重の1.5倍など)(35,112)。ER / EHIから復帰する学生アスリートのためのプライオメトリックエクササイズの量は、1週目には接地回数で70回を超えてはならず、筋痛の状態に応じて、徐々に100回まで増やしていく(表10)(112)。Potach&Chu (112)

が説明した強度の分類は、高強度エクササイズには通常かなりの伸張性筋活動が含まれるため、S&Cコーチの適切な強度の調節を可能にするだろう。いかなるプライオメトリックエクササイズを追加する場合も、その前に、学生アスリートは直線スプリントのセッション後、筋痛がない状態でなければならない。プライオメトリックスとアジリティを含めるというS&Cコーチの決定とそれらの漸進速度は、それぞれの学生アスリートのために注意深く検討する必要があり、ウェイトトレーニング処方と同時に進んで行なってはならない。直線スプリントを行なっても筋痛が悪化することがなければ直ちに、また、学生アスリートが自分のかつての

表9 労作性横紋筋融解後にトレーニング復帰するためのウェイトトレーニングの漸進案

週	セット数	セット量 (レップ数)	強度(% of 1 RM)	休息(分)	頻度(回)
1	1~2	5~6	低強度(<75%)	5	1~2
2	2~3	5~8	低強度(<75%)	3~5	1~2
3	2~3	3~6	中強度(75~85%)	3~5	2~3
4	2~5	2~6	中強度(75~85%)	2~5	2~3
5	2~5	1~6	やや高強度(85~90%)	2~5	2~5
6	FITルールを適用				

RM=最大挙上重量

表10 労作性横紋筋融解後にトレーニング復帰するためのプライオメトリックトレーニングの漸進

週	セッションの量 (接地回数)	強度	休息(分)	頻度(回)
1	70	低強度	5	1~2
2	80~100	低強度	3~5	1~2
3	80	中強度	3~5	2~3
4	80~100	中強度	2~5	2~3
5	80	高強度	2~5	2~5
6	FITルールを適用			

強度は、Potach & Chu(112)で説明されているように、鉛直変位、支持脚、運動速度などに基づいて、低、中、高強度に分類される。

トレーニング量に戻って実施できれば、アジリティドリルと方向転換ドリルを加えることができる。これらの学生アスリートにもFITルールが適用されるだろう。ただし、筋力とパワーのすべてのテストでベースラインレベル到達後に限られる。

ERから復帰した学生アスリートのためのS&Cプログラムの漸進は、積極的休養から戻った学生アスリートと同じガイドラインに従うわけではない。14日以上デイトレーニング後(ERから復帰したアスリートの場合全く活動していないと思われるが)、アスリートの筋力パフォーマンスは低下していると思われる。それに対して、適度なトレーニング量とトレーニング強度のある積極的休養は、筋力の低下を防ぐ可能性がある(68,71)。ERから回復中のアスリートのためには、身体パフォーマンスの増加は、Schleichらによって概説され(122)、また本稿でもすでに説明したガイドラインまたはスポーツ医療スタッフによって安全であるとみなされた同等のプロトコルに従う必要がある。一旦このプロトコルが完遂できれば、そしてアスリートがスポーツ医療スタッフから解放されれば、50/30/20/10ルールとFITルールに従うべきである。ERまたはEHIsから復帰する学生アスリートは、傷害の再発を防ぐためにモニタリングを継続する必要があり、さらに、より多量で高強度のトレーニングを受け入れることができるようなレベルまで体力を高めるためには、より多くの時間が必要だろう(86,100,114)。

#### トレーニング復帰のためのテスト

S&Cコーチが新しいベースラインテストの値を確定し、それらをすでに確定されている標準値または以前のベー

スラインの値と比較することが最も重要である。Szczebanikら(133)は、大学のスポーツプログラムに最初に参加する際、ERの危険性が高く、医療スタッフによるスクリーニングが必要だと思われる学生アスリートを特定する必要を取り上げている。S&Cコーチが、適切な管理者に、所定のスポーツのアスリートに対する標準的なコンディショニングテストを示すことが勧められる。ERやEHIまたは長期的な不活動期間から復帰してきたアスリートに対しては、50/30/20/10ルールに定められているように、テストは登録されたテスト量の50%で実施する。これらの学生アスリートがER後にトレーニングに復帰してきた場合は、この新しいテストがトレーニングで取り組むべき量の変更(もしあれば)に関する情報を提供するだろう。例えば、コーチが通常、1回目と2回目のテストの変化率を把握するために、通常は300ヤード(約274m)の反復シャトルランテストを用いるとすると、その代わりに1回だけこのテストを実施するだろう。このテストのパフォーマンスが登録されているデータまたは標準データと比べて悪い結果であれば、S&Cコーチはさらに長い回復時間(3~5分)を割り当てるか、それらのアスリートのために量(完走する距離)を短くすることが求められる。さらにSatkunskieneら(119)の提言では、ランニングテクニックが急性の筋損傷後はやや変化する可能性がある。その結果、コーチはランニングテクニックのどのような変化にも気付き、モニタリングする必要がある。無酸素性ベースラインテストはそれぞれのスポーツに特異的であり、トレーニングに復帰してきた学生アスリートにも適切である。適切な場合、S&Cコーチングスタッフは、アスリートが

苦痛を感じていないか、テスト中のアスリートを注意深くモニタリングし、適切ならテストを中止することが最も重要である。ERの本質上、コンディショニングは個別化が必要である。回復期間は学生アスリートごとに異なり、その適応速度も変わるからである(30,42)。

#### 結論

テストとトレーニングプログラムを記録することを含め、CSCCaとNSCAのガイドラインの実現は、EHIsとERおよび潜在的な心臓血管系疾患または遺伝因子に関連する傷害予防のために必須である。十分なエビデンスにより、不活動期間後にトレーニングに復帰する際や傷害後の積極的回復期間、またはコーチングスタッフに変更があった際に、学生アスリートは著しく危険な状態におかれることが示唆される。S&Cスタッフはテストプロトコルとトレーニングプログラムを注意深く計画、実施し、評価して、指定された体育局の責任者または大学の法令順守責任者に記録を提供する必要がある。これらの評価とトレーニングプログラムの記録および提出は、最低限の必要条件であり、アスリートの体力レベル、健康状態、水分補給レベルと服用している薬、栄養補給食品など、さらに正確なモニタリングと記録が強く推奨される。S&Cコーチは、一人ひとりのアスリートの要求や環境条件に基づいて、エクササイズ処方をもっと保守的に行なう選択もできるだろう。ERやEHIまたは心臓血管系の前例がある場合は、NCAAはコンプライアンス責任者に提供された証拠書類を調査することにより、また関係する学生アスリートに面談することにより、調査を始めることができる。S&Cコーチは、

専門職として岐路に立っている。そして、すべての学生アスリートのトレーニングに率先的に変化をもたらすことが必要とされている。S&Cコーチは、トレーニングによる学生アスリートへのマイナスの結果を減らす目的で、専門職として進歩を続けなければならない。これらのガイドラインの目的は、不活動期間後4週間のS&Cトレーニングにおけるコーチのための義務的ガイドラインを通して、ERやEHIsおよび心臓血管系の問題などの危険性を減らす明確なパラメータを提供することである。コンディショニング活動のための50/30/20/10のルールとウェイトトレーニングのためのFITルールは、S&Cコーチがそのプログラムを評価し、プログラムを安全で効果的な方法で実行することに役立つだろう。

## まとめ

これらの総合ガイドラインに示された情報に基づいて、CSCCaとNSCAを代表する合同委員会は、以下の共同推奨事項を提供する。

- ・参加前の医学的評価(PME)を入手することは、S&Cコーチにとってきわめて重要である。既往歴(鎌状赤血球形質など)に関する「警鐘」を探さなければならない。それは特定のアスリートを危険に曝すからである。同様に、急性疾患、投薬(処方薬と市販薬の両方)、アスリートが摂取している可能性のある栄養補給サプリメント(ワークアウト前のドリンク類を含む)および運動中のそれらのサプリメントの副作用について認識していることも、S&Cコーチにとって重要である。
- ・緊急時行動計画(EAP)を文書として保持していることは、ヘッドS&Cコーチにとって重要である。すべてのス

タッフメンバーがその計画を認識し、緊急事態において、計画を実行する際の自分の役割を心得ていなければならない。業務中に、緊急手順の予行演習を少なくとも年1回行なうことが勧められる。

- ・すべてのS&Cコーチは、適切な教育と経験、およびNSCA / CSCCaによって認定された資格を有していなければならない。すべての学生アスリートの安全を保証するために、ベストプラクティスを見直し実行することを目的として、公認された専門職団体に加入し、緊密なコミュニケーションを保つことが勧められる。これには、スポーツコーチやスポーツ医療スタッフおよび管理スタッフと緊密に連携して働くことも含まれる。
- ・すべてのS&Cコーチは、本稿で概説した労作性傷害の初期症状や兆候を知っていることが必要である。これは労作性熱中症(EHI)、労作性横紋筋融解症(ER)、その他トレーニングの際に起こりうる心臓関連疾患の問題が含まれる。すべてのS&Cコーチは、環境状態をモニタリングし、極端な高温多湿環境では、トレーニング量と強度を調節しなければならない。
- ・すべてのS&Cコーチは、通常スポーツ医療スタッフが対処する領域でも監督業務を提供すべきである。これには日々の体重の増減を習慣的に計量することにより、アスリートの水分補給状態をモニタリングすることや、氷浴やCWIの浴槽を常に使えるように確認しておくことなどが含まれる。さらに、漸進的なコンディショニングにより、アスリートを極端な環境状態に順次慣らす必要がある。
- ・ヘッドS&Cコーチは、コンディショニングの量の上限とみなされるコンディショニングプログラムを書面で

記録する必要がある。このプログラムは、アスリートのトレーニング状況により、不活動期間後の最初の2~4週間に、このガイドラインで概説した50/30/20/10ルールを用いてトレーニングの最大許容量を決定するために用いられる。復帰したアスリートや新入生アスリートのための50/30/20/10ルールに加えて、レジスタンストレーニングプログラムに関しては、FITルールを順守する必要がある。

- ・トレーニングプログラムに初めて参加する学生アスリート(1年生と転学生)、または傷害から復帰して来る学生アスリートは、現在の体力レベルを決定するためにテストを実施する必要がある。テストはヘッドS&Cコーチによって決定されるが、プログラムで用いられる標準的なテストは、適切な体育局の管理者に届け出て登録する必要がある。S&Cコーチは、トレーニングプログラムへの新入生参加者や傷害から復帰するアスリートのために、これらの標準的なテストの50%の量を適用してテストを行なうことが勧められる。
- ・適切なコンディショニングプログラムが新入生アスリートのために決定された場合、その量は週当たりの量として推薦された量以上に多くてはならない。EHIやERから復帰したアスリートのための漸進は、本文書に概説され推奨事項に従うものとする。レジスタンストレーニングに関しては、FITルール(セット数×レップ数×%1RM[小数]=IRV単位)に従う必要がある。この指標は、1週目には、すべてのウェイトトレーニング(負荷、自体重、プライオメトリックス)に対し、IRV単位を11~30に、W:Rを1:4より大きくしておくことが

推奨される。2週目には、W:Rを1:3かそれ以上にする。大多数のトレーニングは、W:Rはさらに大きく、1:4または1:3をはるかに超えるが、これらは最低基準であることを忘れてはならない。

最後に、すべてのワークアウトを予め計画しておくことが強く推奨される。それにより記録文書の写しが毎日残される。一旦計画を立てたら、S&Cスタッフやスポーツコーチはその量や強度を超えてはならない。トレーニングを罰として与えたり、アスリートの取り組み姿勢を試したり、精神力を強化したりする目的でトレーニングを利用してはならない。

これらの推奨事項はすべてを網羅しているのではなく、あらゆるスポーツで起こりうる、あらゆる種類の傷害を取り上げているわけでもない。指導するアスリートのために安全で効果的なトレーニングプログラムを作成する際に優れた判断力を用いることは、一人ひとりのコーチの責任である。S&Cコーチがこれらのガイドラインに従うことにより、S&C活動に起因する本来予防可能なはずの死亡や衰弱性傷害の危険性を減らすことが合同委員会の望みである。◆

#### 謝辞

著者とCSCCaおよびNSCAは、本プロジェクトへの多大なる貢献に対し、次の方々に深謝する。Riley Allen (University of Mississippi)、Scott Bennett (Radford University)、Jennifer Jones (Purdue University)、Ken Mannie (Michigan State University)、Scott Sinclair (University of Georgia)、Brent Feland (Brigham Young University)。

#### References

1. Aizawa H, Morita K, Minami H, Sasaki N, Tobise K. Exertional rhabdomyolysis as a result of strenuous military training. *J Neurol Sci* 132: 239-240, 1995.
2. Andersen LL, Andersen JL, Magnusson SP, Aagaard P. Neuromuscular adaptations to detraining following resistance training in previously untrained subjects. *Eur J Appl Physiol* 93: 511-518, 2005.
3. Anzalone ML, Green VS, Buja M, Sanchez LA, Harrykisson RI, Eichner ER. Sickle cell trait and fatal rhabdomyolysis in football training: A case study. *Med Sci Sports Exerc* 42: 3-7, 2010.
4. Armstrong LE, Maresh CM. The induction and decay of heat acclimatization in trained athletes. *Sports Med* 12: 302-312, 1991.
5. Armstrong LE, Casa DJ, Millard-Stafford M, Moran DS, Pyne SW, Roberts WO. American College of Sports Medicine Position Stand. Exertional heat illness during training and competition. *Med Sci Sports Exerc* 39: 556-572, 2007.
6. Asif IM, Harmon KG. Incidence and etiology of sudden cardiac death: New updates for athletic departments. *Sports Health* 9: 268-279, 2017.
7. Atias-Varon D, Sherman H, Yanovich R, Heled Y. Rhabdomyolysis after crawling military training. *Mil Med* 182: e1952, 2017.
8. Baggish AL, Wang F, Weiner RB, Elinoff JM, Tournoux F, Boland A, Picard MH, Hutter AM Jr, Wood MJ. Training-specific changes in cardiac structure and function: A prospective and longitudinal assessment of competitive athletes. *J Appl Physiol* 104: 1121-1128, 2008.
9. Bergeron MF, McKeag DB, Casa DJ, Clarkson PM, Dick RW, Eichner ER, Horswill CA, Luke AC, Mueller F, Munce TA, Roberts WO, Rowland TW. Youth football: Heat stress and injury risk. *Med Sci Sports Exerc* 37: 1421-1430, 2005.
10. Bocalini DS, Carvalho EVA, de Sousa AFM, Levy RF, Tucci PJF. Exercise training-induced enhancement in myocardial mechanics is lost after 2 weeks of detraining in rats. *Eur J Appl Physiol* 109: 909-914, 2010.
11. Boden BP, Breit I, Beachler JA, Williams A, Mueller FO. Fatalities in high school and college football players. *Am J Sports Med* 41: 1108-1116, 2013.
12. Brusio JR, Hoffman MD, Rogers IR, Lee L, Towle G, Hew-Butler T. Rhabdomyolysis and hyponatremia: A cluster of five cases at the 161-km 2009 western states endurance run. *Wilderness Environ Med* 21: 303-308, 2010.
13. Bruusgaard JC, Johansen IB, Egner IM, Rana ZA, Gundersen K. Myonuclei acquired by overload exercise precede hypertrophy and are not lost on detraining. *Proc Natl Acad Sci U S A* 107: 15111-15116, 2010.
14. Brywaters E, Beall D. Crush injuries with impairment of renal function. *Br Med J* 1: 427, 1941.
15. Cantu RC, Mueller FO. Brain injury-related fatalities in American football, 1945-1999. *Neurosurgery* 52: 846-852, 2003.
16. Capacchione JF, Muldoon SM. The relationship between exertional heat illness, exertional rhabdomyolysis, and malignant hyperthermia. *Anesth Analg* 109: 1065-1069, 2009.
17. Cartwright LA, Pitney WA. *Fundamentals of Athletic Training*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2005.
18. Casa DJ, Armstrong LE, Ganio MS, Yeargin SW. Exertional heat stroke in competitive athletes. *Curr Sport Med Rep* 4: 309-317, 2005.
19. Casa DJ, Clarkson PM, Roberts WO. American College of Sports Medicine roundtable on hydration and physical activity: Consensus statements. *Curr Sport Med Rep* 4: 115-127, 2005.
20. Casa DJ, Csillan D, Armstrong LE, Baker LB, Bergeron MF, Buchanan VM, Carroll MJ, Cleary MA, Eichner ER, Ferrara MS, Fitzpatrick TD, Hoffman JR, Kenefick RW, Klossner DA, Knight JC, Lennon SA, Lopez RM, Matava MJ, O'Connor FG, Peterson BC, Rice SG, Robinson BK, Shriner RJ, West MS, Yeargin SW. Preseason heat-acclimatization guidelines for secondary school athletics. *J Athl Train* 44: 332-333, 2009.
21. Casa DJ, Anderson SA, Baker L, Bennett S, Bergeron MF, Connolly D, Courson R, Drezner JA, Eichner ER, Epley B, Fleck S, Franks R, Guskiewicz KM, Harmon KG, Hoffman J, Holschen JC, Jost J, Kinniburgh A, Klossner D, Lopez RM, Martin G, McDermott BP, Mihalik JP, Myslinski T, Pagnotta K, Poddar S, Rodgers G, Russell A, Sales L, Sandler D, Stearns RL, Stiggins C, Thompson C. The inter-association task force for preventing sudden death

- in collegiate conditioning sessions: Best practices recommendations. *J Athl Train* 47: 477-480, 2012.
22. Casa DJ, Armstrong LE, Kenny GP, O'Connor FG, Huggins RA. Exertional heat stroke: New concepts regarding cause and care. *Curr Sport Med Rep* 11: 115-123, 2012.
  23. Casa DJ, Guskiewicz KM, Anderson SA, Courson RW, Heck JF, Jimenez CC, McDermott BP, Miller MG, Stearns RL, Swartz EE, Walsh KM. National Athletic Trainers' Association position statement: Preventing sudden death in sports. *J Athl Train* 47: 96-118, 2012.
  24. Casa DJ, Almquist J, Anderson SA, Baker L, Bergeron MF, Biagioli B, Boden B, Brenner JS, Carroll M, Colgate B, Cooper L, Courson R, Csillan D, Demartini JK, Drezner JA, Erickson T, Ferrara MS, Fleck SJ, Franks R, Guskiewicz KM, Holcomb WR, Huggins RA, Lopez RM, Mayer T, McHenry P, Mihalik JP, O'Connor FG, Pagnotta KD, Pryor RR, Reynolds J, Stearns RL, Valentine V. The inter-association task force for preventing sudden death in secondary school athletics programs: Best-practices recommendations. *J Athl Train* 48: 546-553, 2013.
  25. Casa DJ, DeMartini JK, Bergeron MF, Csillan D, Eichner ER, Lopez RM, Ferrara MS, Miller KC, O'Connor F, Sawka MN, Yeargin SW. National Athletic Trainers' Association position statement: Exertional heat illnesses. *J Athl Train* 50: 986-1000, 2015.
  26. Cheuvront SN, Carter RI, Sawka MN. Fluid balance and endurance exercise performance. *Curr Sport Med Rep* 2: 202, 2003.
  27. Chung NK, Pin CH. Obesity and the occurrence of heat disorders. *Mil Med* 161: 739-742, 1996.
  28. Clarkson PM. Exertional rhabdomyolysis and acute renal failure in marathon runners. *Sports Med* 37: 361-363, 2007.
  29. Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehab* 81: S52, 2002.
  30. Cleary M, Ruiz D, Eberman L, Mitchell I, Binkley H. Dehydration, cramping, and exertional rhabdomyolysis: A case report with suggestions for recovery. *J Sport Rehab* 16: 244-259, 2007.
  31. Cooper ER, Ferrara MS, Casa DJ, Powell JW, Broglio SP, Resch JE, Courson RW. Exertional heat illness in American football players: When is the risk greatest? *J Athl Train* 51: 593-600, 2016.
  32. Coratella G, Schena F. Eccentric resistance training increases and retains maximal strength, muscle endurance, and hypertrophy in trained men. *Appl Physiol Nutr Metab* 41: 1184-1189, 2016.
  33. Courson R, Goldenberg M, Adams KG, Anderson SA, Colgate B, Cooper L, Dewald L, Floyd Rt, Gregory DB, Indelicato PA, Klossner D, O'Leary R, Ray T, Selgo T, Thompson C, Turbak G. Inter-association consensus statement on best practices for sports medicine management for secondary schools and colleges. *J Athl Train* 49: 128-137, 2014.
  34. De Langen CD. Enkele minder bekende ziektebeelden uit het oosten (some less known syndromes from the east). *Ned Tijdschr Geneesk* 90: 5-7, 1946.
  35. DeWeese BH, Nimphius S. Program design and technique for speed and agility training. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Haff GG, Triplett NT, eds. Champaign, IL: Human Kinetics, 2016. pp. 439-470.
  36. Dick R, Agel J, Marshall SW. National collegiate athletic association injury surveillance system commentaries: Introduction and methods. *J Athl Train* 42: 173-182, 2007.
  37. Doma K, Leicht A, Sinclair W, Schumann M, Damas F, Burt D, Woods C. Impact of exercise-induced muscle damage on performance test outcomes in elite female basketball players. *J Strength Cond Res* 32: 1731-1738, 2018.
  38. Dompier TP, Kerr ZY, Marshall SW, Hainline B, Snook EM, Hayden R, Simon JE. Incidence of concussion during practice and games in youth, high school, and collegiate American football players. *JAMA Pediatr* 169: 659-665, 2015.
  39. Drezner JA, Courson RW, Roberts WO, Mosesso VN Jr, Link MS, Maron BJ. Inter association task force recommendations on emergency preparedness and management of sudden cardiac arrest in high school and college athletic programs: A consensus statement. *Prehosp Emerg Care* 11: 253-271, 2007.
  40. Drezner JA, Rao AL, Heistand J, Bloomingdale MK, Harmon KG. Effectiveness of emergency response planning for sudden cardiac arrest in United States high schools with automated external defibrillators. *Circulation* 120: 518-525, 2009.
  41. duManoir GR, Haykowsky MJ, Syrotuik DG, Taylor DA, Bell GJ. The effect of high-intensity rowing and combined strength and endurance training on left ventricular systolic function and morphology. *Int J Sports Med* 28: 488-494, 2007.
  42. Eberman L, Kahanov L, Alvey TV III, Wasik M. Exertional rhabdomyolysis: Determining readiness to return to play. *Int J Athl Ther Trai* 16: 7-10, 2011.
  43. Eichner ER. Sickle cell trait. *J Sport Rehab* 16: 197-203, 2007.
  44. Eichner ER. Exertional maladies: Lessons and questions from recurring events. *Curr Sport Med Rep* 11: 3-4, 2012.
  45. Eichner ER. Ramifications of rhabdomyolysis. *Curr Sport Med Rep* 13: 135, 2014.
  46. Eichner ER. Football team rhabdomyolysis: The pain beats the gain and the coach is to blame. *Curr Sport Med Rep* 17: 142, 2018.
  47. Epstein Y, Roberts WO. The pathophysiology of heat stroke: An integrative view of the final common pathway. *Scand J Med Sci Sports* 21: 742-748, 2011.
  48. Escalante G, Gentry CR, Kern BD, Waryasz GR. Injury patterns and rates of Costa Rican CrossFit participants—A retrospective study. *Sports Med J* 13: 2927-2934, 2017.
  49. Farkash U, Shabshin N, Pritsch Perry M. Rhabdomyolysis of the deltoid muscle in a bodybuilder using anabolic-androgenic steroids: A case report. *J Athl Train* 44: 98-100, 2009.
  50. Geller SA. Extreme exertion rhabdomyolysis: A histopathologic study of 31 cases. *Hum Pathol* 4: 241-250, 1973.
  51. Gentil P, Ferreira-Junior JB, Soares SRS, Martorelli AS, Bottaro M, Cadore EL, Loenneke JP. Effects of periodic and continuous resistance training on muscle strength in detrained women. *Percept Mot Skill* 121: 810-821, 2015.
  52. Giada F, Bertaglia E, De Piccoli B, Franceschi M, Sartori F, Raviele A, Pascotto P. Cardiovascular adaptations to endurance training and detraining in young

- and older athletes. *Int J Cardiol* 65: 149–155, 1998.
53. Giannoglou GD, Chatzizisis YS, Misirli G. The syndrome of rhabdomyolysis: Pathophysiology and diagnosis. *Eur J Intern Med* 18: 90–100, 2007.
  54. Giza CC, Kutcher JS, Ashwal S, Barth J, Getchius TSD, Gioia GA, Gronseth GS, Guskiewicz K, Mandel S, Manley G, McKeag DB, Thurman DJ, Zafonte R. Summary of evidence-based guideline update: Evaluation and management of concussion in sports: Report of the guideline development subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology* 80: 2250–2257, 2013.
  55. Gunderson K. Muscle memory and a new cellular model for muscle atrophy and hypertrophy. *J Exp Biol* 219: 235–242, 2016.
  56. Guskiewicz KM, McCrea M, Marshall SW, Cantu RC, Randolph C, Barr W, Onate JA, Kelly JP. Cumulative effects associated with recurrent concussion in collegiate football players: The NCAA concussion study. *JAMA* 290: 2549–2555, 2003.
  57. Guskiewicz KM, Mihalik JP, Shankar V, Marshall SW, Crowell DH, Oliaro SM, Ciocca MF, Hooker DN. Measurement of head impacts in collegiate football players: Relationship between head impact biomechanics and acute clinical outcome after concussion. *Neurosurgery* 61: 1244–1252, 2007.
  58. Häkkinen K, Alén M, Komi PV. Changes in isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta Physiol Scand* 125: 573–585, 1985.
  59. Häkkinen K, Alén M, Kallinen M, Newton RU, Kraemer WJ. Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in middle-aged and elderly people. *Eur J Appl Physiol* 83: 51–62, 2000.
  60. Harmon KG, Asif IM, Klossner D, Drezner JA. Incidence of sudden cardiac death in National collegiate athletic association athletes. *Circulation* 123: 1594–1600, 2011.
  61. Harmon KG, Drezner JA, Klossner D, Asif IM. Sick cell trait associated with a RR of death of 37 times in National Collegiate Athletic Association football athletes: A database with 2 million athlete-years as the denominator. *Br J Sports Med* 46: 325–330, 2012.
  62. Harmon KG, Drezner JA, Maleszewski JJ, Lopez-Anderson M, Owens D, Prutkin JM, Asif IM, Klossner D, Ackerman MJ. Pathogenesis of sudden cardiac death in National Collegiate Athletic Association athletes. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 7: 198–204, 2014.
  63. Harmon KG, Drezner JA, Wilson MG, Sharma S. Incidence of sudden cardiac death in athletes: A state-of-the-art review. *Heart* 100: 1227–1234, 2014.
  64. Harmon KG, Asif IM, Maleszewski JJ, Owens DS, Prutkin JM, Salerno JC, Zigman ML, Ellenbogen R, Rao AL, Ackerman MJ, Drezner JA. Incidence, cause, and comparative frequency of sudden cardiac death in National Collegiate Athletic Association athletes: A decade in review. *Circulation* 132: 10–19, 2015.
  65. Harrelson GL, Fincher AL, Robinson JB. Acute exertional rhabdomyolysis and its relationship to sickle cell trait. *J Athl Train* 30: 309–312, 1995.
  66. Hedrick A. Conditioning for the no-huddle offense. *Strength Cond J* 37: 88, 2015.
  67. Henwood TR, Taaffe DR. Detraining and retraining in older adults following long-term muscle power or muscle strength specific training. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 63: 751–758, 2008.
  68. Hoffman JR, Ratamess NA, Klatt M, Faigenbaum AD, Ross RE, Tranchina NM, McCurley RC, Kang J, Kraemer WJ. Comparison between different off-season resistance training programs in Division III American college football players. *J Strength Cond Res* 23: 11–19, 2009.
  69. Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: Summary and recommendations for injury prevention initiatives. *J Athl Train* 42: 311–319, 2007.
  70. Hornsby G, Gleason B, Wathen D, Deweese B, Stone M, Pierce K, Wagle J, Szymanski DJ, Stone MH. Servant or service? The problem and a conceptual solution. *J Intercol Sport* 10: 228–243, 2017.
  71. Hortobágyi T, Houmard JA, Stevenson JR, Fraser DD, Johns RA, Israel RG. The effects of detraining on power athletes. *Med Sci Sports Exerc* 25: 929–935, 1993.
  72. Hwang PS, Andre TL, McKinley-Barnard SK, Morales Marroquín FE, Gann JJ, Song JJ, Willoughby DS. Resistance training-induced elevations in muscular strength in trained men are maintained after 2 weeks of detraining and Not differentially affected by whey protein supplementation. *J Strength Cond Res* 31: 869–881, 2017.
  73. Joo CH. The effects of short term detraining and retraining on physical fitness in elite soccer players. *PLoS One* 13: e0196212, 2018.
  74. Kay MC, Register-Mihalik JK, Gray AD, Djoko A, Dompier TP, Kerr ZY. The epidemiology of severe injuries sustained by National Collegiate Athletic Association student-athletes, 2009–2010 through 2014–2015. *J Athl Train* 52: 117–128, 2017.
  75. Kerr ZY, Marshall SW, Dompier TP, Corlette J, Klossner DA, Gilchrist J. College sports-related injuries—United States, 2009–10 through 2013–14 academic years. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 64: 1330–1336, 2015.
  76. Kerr ZY, Simon JE, Grooms DR, Roos KG, Cohen RP, Dompier TP. Epidemiology of football injuries in the National Collegiate Athletic Association, 2004–2005 to 2008–2009. *Orthop J Sports Med* 4: 2325967116664500, 2016.
  77. Khan FY. Rhabdomyolysis: A review of the literature. *Neth J Med* 67: 272–283, 2009.
  78. Kubo K, Ikebukuro T, Yata H, Tsunoda N, Kanehisa H. Time course of changes in muscle and tendon properties during strength training and detraining. *J Strength Cond Res* 24: 322–331, 2010.
  79. Labotz M, Wolff TK, Nakasone KT, Kimura IF, Hetzler RK, Nichols AW. Selective serotonin reuptake inhibitors and rhabdomyolysis after eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc* 38: 1539–1542, 2006.
  80. Lane R, Phillips M. Rhabdomyolysis has many causes, including statins, and may be fatal. *Br Med J* 327: 115–116, 2003.
  81. LaStayo PC, Woolf JM, Lewek MD, Snyder-Mackler L, Reich T, Lindstedt SL. Eccentric muscle contractions: Their contribution to injury, prevention, rehabilitation, and sport. *J Orthop Sport Phys* 33: 557–571, 2003.
  82. Lechner R, Tausch B, Unkelbach U, Tannheimer M, Neitzel C. Injuries, medical conditions, and changes in blood levels in German special operations forces selection. *J Spec Oper Med* 15: 64–70, 2015.

83. Legg D, Burnham R. In-season shoulder abduction strength changes in football players. *J Strength Cond Res* 13: 381, 1999.
84. Lopez RM, Casa DJ, McDermott BP, Stearns RL, Armstrong LE, Maresh CM. Exertional heat stroke in the athletic setting: A review of the literature. *Athl Train Sport Health Care* 3: 189-200, 2011.
85. Luck RP, Verbin S. Rhabdomyolysis: A review of clinical presentation, etiology, diagnosis, and management. *Pediatr Emerg Care* 24: 262, 2008.
86. Maresh CM, Vanheest JL. Recommendations for athletes and weekend warriors. In: *Exertional Heat Illness*. Armstrong LE, ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2003. pp. 197-206.
87. Maron BJ, Doerrer JJ, Haas TS, Tierney DM, Mueller FO. Profile and frequency of sudden death in 1463 young competitive athletes: From a 25 year U.S. National registry, 1980-2005. *Circulation* 114: 830, 2018.
88. Maron BJ, Douglas PS, Graham TP, Nishimura RA, Thompson PD. Task force I: Preparticipation screening and diagnosis of cardiovascular disease in athletes. *J Am Coll Cardiol* 45: 1322-1326, 2005.
89. Maron BJ, Thompson PD, Ackerman MJ, Balady G, Berger S, Cohen D, Dimeff R, Douglas PS, Glover DW, Hutter AM Jr, Krauss MD, Maron MS, Mitten MJ, Roberts WO, Puffer JC. Recommendations and considerations related to preparticipation screening for cardiovascular abnormalities in competitive athletes: 2007 update: A scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism: Endorsed by the American College of Cardiology Foundation. *Circulation* 115: 1643-1455, 2007.
90. Maron BJ, Doerer JJ, Haas TS, Tierney DM, Mueller FO. Sudden deaths in young competitive athletes: Analysis of 1866 deaths in the United States, 1980-2006. *Circulation* 119: 1085-1092, 2009.
91. Maron BJ, Haas TS, Murphy CJ, Ahluwalia A, Rutten-Ramos S. Incidence and causes of sudden death in U.S. college athletes. *J Am Coll Cardiol* 63: 1636-1643, 2014.
92. Maron BJ. Sudden death in young athletes. *New Engl J Med* 349: 1064-1075, 2003.
93. McGinley C, Bishop DJ. Influence of training intensity on adaptations in acid/base transport proteins, muscle buffer capacity, and repeated-sprint ability in active men. *J Appl Physiol* 121: 1290-1305, 2016.
94. McKinney B, Gaunder C, Schumer R. Acute exertional compartment syndrome with rhabdomyolysis: Case report and review of literature. *Am J Case Rep* 19: 145-149, 2018.
95. McMaster DT, Gill N, Cronin J, McGuigan M. The development, retention and decay rates of strength and power in elite rugby union, rugby league and American football: A systematic review. *Sports Med* 43: 367-384, 2013.
96. Mike J, Kerksick CM, Kravitz L. How to incorporate eccentric training into a resistance training program. *Strength Cond J* 37: 5, 2015.
97. Miller TA. *NSCA's Guide to Tests and Assessments*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2012.
98. Moeckel-Cole SA, Clarkson PM. Rhabdomyolysis in a collegiate football player. *J Strength Cond Res* 23: 1055, 2009.
99. Mueller FO. *Annual Survey of Football Injury Research 1931-2010*: American Football Coaches Committee on Football Injuries, Chapel Hill, NC, 2011.
100. Mujika I, Padilla S. Detraining: Loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part II: Long term insufficient training stimulus. *Sports Med* 30: 145-154, 2000.
101. Mujika I, Padilla S. Detraining: Loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I. *Sports Med* 30: 79-87, 2000.
102. Nelson DA, Deuster PA, Carter R III, Hill OT, Wolcott VL, Kurina LM. Sick cell trait, rhabdomyolysis, and mortality among U.S. Army soldiers. *New Engl J Med* 375: 435-442, 2016.
103. NSCA. Strength and conditioning professional standards and guidelines (revised). *Strength Cond J* 39: 1-24, 2017.
104. O'Connor FG, Casa DJ, Bergeron MF, Carter R III, Deuster P, Heled Y, Kark J, Leon L, McDermott B, O'Brien K, Roberts WO, Sawka M. American College of Sports Medicine roundtable on exertional heat stroke—Return to duty/return to play: Conference proceedings. *Curr Sport Med Rep* 9: 314-321, 2010.
105. Ogasawara R, Yasuda T, Sakamaki M, Ozaki H, Abe T. Effects of periodic and continued resistance training on muscle CSA and strength in previously untrained men. *Clin Physiol Func* 31: 399-404, 2011.
106. Ogasawara R, Yasuda T, Ishii N, Abe T. Comparison of muscle hypertrophy following 6-month of continuous and periodic strength training. *Eur J Appl Physiol* 113: 975-985, 2013.
107. O'Hagan FT, Sale DG, MacDougall JD, Garner SH. Comparative effectiveness of accommodating and weight resistance training modes. *Med Sci Sports Exerc* 27: 1210-1219, 1995.
108. Pandolf KB. Time course of heat acclimation and its decay. *Int J Sports Med* 19: S160, 1998.
109. Parsons JT. Exertional rhabdomyolysis. In: *NCAA Sports Medicine Handbook*: NCAA, Indianapolis, IN, 2015. pp. 97-102.
110. Pierson EH, Bantum BM, Schaefer MP. Exertional rhabdomyolysis of the elbow flexor muscles from weight lifting. *Phys Med Rehabil* 6: 556-559, 2014.
111. Poels PJ, Gabreëls FJ. Rhabdomyolysis: A review of the literature. *Clin Neurol Neurosur* 95: 175-192, 1993.
112. Potach DH, Chu DA. Program design and technique for plyometric training. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Haff GG, Triplett NT, eds. Champaign, IL: Human Kinetics, 2016. pp. 471-520.
113. Raleigh MF, Barrett JP, Jones BD, Beutler AI, Deuster PA, O'Connor FG. A cluster of exertional rhabdomyolysis cases in a ROTC program engaged in an extreme exercise program. *Mil Med* 183: 516-521, 2018.
114. Ramos DA, Dorgo S. Rhabdomyolysis: Considerations for recognition and prevention for practitioners. *Strength Cond J* 36: 56, 2014.
115. Rosenberg J. Exertional rhabdomyolysis: Risk factors, presentation, and management. *Athlet Ther Today* 13: 11-12, 2008.
116. Rothmier JD, Drezner JA. The role of automated external defibrillators in athletics. *Sports Health* 1: 16-20, 2009.
117. Salo D, Riewald SA. *Complete Conditioning for Swimming*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2008.
118. Sands WA, Apostolopoulos N,

- Kavanaugh AA, Stone MH. Recovery-adaptation. *Strength Cond J* 38: 10–26, 2016.
119. Satkunskiene D, Stasiulis A, Zaicenkoviene K, Sakalauskaite R, Rautkys D. Effect of muscle-damaging eccentric exercise on running kinematics and economy for running at different intensities. *J Strength Cond Res* 29: 2404, 2015.
120. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* 39: 377–390, 2007.
121. Sayers SP, Clarkson PM, Rouzier PA, Kamen G. Adverse events associated with eccentric exercise protocols: Six case studies. *Med Sci Sports Exerc* 31: 1697–1702, 1999.
122. Schleich K, Slayman T, West D, Smoot K. Return to play after exertional rhabdomyolysis. *J Athl Train* 51: 406–409, 2016.
123. Schneider V, Arnold B, Martin K, Bell D, Crocker P. Detraining effects in college football players during the competitive season. *J Strength Cond Res* 12: 42, 1998.
124. Secomb JL, Nimphius S, Farley O, Lundgren L, Tran TT, Parsonage J, Sheppard JM. Three weeks cessation from strength training in adolescent athletes increases lower-body isometric strength. *J Aust Strength Cond* 23: 26–29, 2015.
125. Shelmadine BD, Baltensperger A, Wilson RL, Bowden RG. Rhabdomyolysis and acute renal failure in a sickle cell trait athlete: A case study. *Clin J Sport Med* 23: 235–237, 2013.
126. Sheppard JM, Triplett NT. Program design for resistance training. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Haff GG, Triplett NT, eds. Champaign, IL: Human Kinetics, 2016. pp. 471–520.
127. Simoneau JA, Lortie G, Boulay MR, Marcotte M, Thibault MC, Bouchard C. Effects of two high-intensity intermittent training programs interspaced by detraining on human skeletal muscle and performance. *Eur J Appl Physiol* 56: 516–521, 1987.
128. Smoot MK, Amendola A, Cramer E, Doyle C, Kregel KC, Chiang H, Cavanaugh JE, Herwaldt LA. A cluster of exertional rhabdomyolysis affecting a Division I Football team. *Clin J Sport Med* 23: 365–372, 2013.
129. Soligard T, Schweltnus M, Alonso J, Bahr R, Clarsen B, Dijkstra HP, Gabbett T, Gleeson M, Häggglund M, Hutchinson MR, Rensburg CJV, Khan KM, Meeusen R, Orchard JW, Pluim BM, Raftery M, Budgett R, Engebretsen L. How much is too much? (Part 1) international olympic committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *Br J Sports Med* 50: 1030–1041, 2016.
130. Sotiropoulos A, Travlos AK, Gissis I, Souglis AG, Grezios A. The effect of a 4-week training regimen on body fat and aerobic capacity of professional soccer players during the transition period. *J Strength Cond Res* 23: 1697, 2009.
131. Sousa AC, Marinho DA, Gil MH, Izquierdo M, Rodríguez-Rosell D, Neiva HP, Marques MC. Concurrent training followed by detraining: Does the resistance training intensity matter? *J Strength Cond Res* 32: 632, 2018.
132. Staron RS, Leonardi MJ, Karapondo DL, Malicky ES, Falkel JE, Hagerman FC, Hikida RS. Strength and skeletal muscle adaptations in heavy-resistance-trained women after detraining and retraining. *J Appl Physiol* 70: 631–640, 1991.
133. Szczepanik ME, Heled Y, Capacchione J, Campbell W, Deuster P, O'Connor FG. Exertional rhabdomyolysis: Identification and evaluation of the athlete at risk for recurrence. *Curr Sport Med Rep* 13: 113, 2014.
134. Taaffe DR, Marcus R. Dynamic muscle strength alterations to detraining and retraining in elderly men. *Clin Physiol* 17: 311–324, 1997.
135. Taaffe DR, Henwood TR, Nalls MA, Walker DG, Lang TF, Harris TB. Alterations in muscle attenuation following detraining and retraining in resistance-trained older adults. *Gerontol* 55: 217–223, 2009.
136. Tietze DC, Borchers J. Exertional rhabdomyolysis in the athlete: A clinical review. *Sports Health* 6: 336–339, 2014.
137. Vigelso A, Gram M, Wiuff C, Andersen JL, Helge JW, Dela F. Six weeks' aerobic retraining after two weeks' immobilization restores leg lean mass and aerobic capacity but does not fully rehabilitate leg strength in young and older men. *J Rehabil Med* 47: 552, 2015.
138. Wernbom M, Augustsson J, Thomee R. The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. *Sports Med* 37: 225–264, 2007.
139. Wirth K, Keiner M, Szilvas E, Hartmann H, Sander A. Effects of eccentric strength training on different maximal strength and speed-strength parameters of the lower extremity. *J Strength Cond Res* 29: 1837–1845, 2015.

From Strength and Conditioning Journal  
Volume 41, Number 3 pages 1-23.