

スポーツ理学療法士と リハビリテーション

もっと客観的で効果的な
スポーツリハビリテーションのために



OUTPUT



内容

03 インTRODクシヨN

事の始まり
なぜ理学療法士なのか
著者

04 Outputの活用例 Kildare GAAの場合

理学療法士 Rob McCabe
ベースラインの測定
問題のある選手を見つける
使いやすさ

05 客観的評価の重要性

客観的分析
主観的分析
Outputの使用でいかに客観的評価が可能になるか

07 クリニックでのセッTアッP

Outputを最大限活用するためのヒント

08 ケガのリスクの軽減

ニーズ分析
測定
客観化
トレーニングプログラム
モニタリング
見直し

10 筋力のリハビリテーション

可動域全体にわたる筋力トレーニングの利点
エクセントリックに対するオーバーロード
アイソメトリックトレーニング
プライオメトリクス

13 ケガのケーススタディー

ハムストリングのケガ
脳震盪

18 Outputの活用例 バーンリーFCの場合

理学療法士 Phis Pomeroy
可動性の測定
レディネスのテスト
バランスのトレーニング
簡単な使用法
データ分析





イントロダクション

事の始まり

Outputスポーツテクノロジー社は、アイルランド国立大学ダブリン校において、2013年に開始された、理学療法士、スポーツサイエンティスト、エンジニア、そしてデータサイエンティストによる学際的研究をその土台として設立されました。私たちのチームのミッションは、ケガのリスクを減らし、競技レベルを向上させるために、エリートレベルで行われてきたスポーツサイエンスの手法をより効率良く、さらに客観的なものとして広くスポーツ現場に応用することです。

なぜ理学療法なのか？

理学療法は、Outputスポーツテクノロジー社設立の中心となった2人の理学療法士、Darragh Whelan博士と、Brian Caulfield教授にとってのDNAの一部でした。DarraghとBrianは2人とも、リハビリテーションにおける様々な意思決定を、主観的な分析による評価に基づいてではなく、客観的なデータに基づいて行うことに情熱を傾け、最新のテクノロジーを活用してそれを可能にするための徹底的な研究を行ってきました。その研究成果を踏まえて新たに開発されたのがOutputシステムです。

著者



Darragh Whelan 博士
スポーツ医学スペシャリスト
理学療法講師



Martin O'Reilly 博士
スポーツバイオメカニクス講師
研究員



Brian Caulfield 教授
データ分析センター長



William Johnston 博士
理学療法士
デジタルヘルス研究員



Tom Maden-Wilkinson 博士
神経筋生理学研究員
スポーツ&エクササイズサイ
エンス講師



Rob McCabe
スポーツ理学療法科学修士
クリニック経営者
Kildae GAA理学療法科長



Michael Mullane
ストレングス&コンディショ
ニング科学修士
S&Cコーチ



David Nolan
スポーツ科学学士
S&Cコーチ



OUTPUTの活用例

KILDARE GAAの場合



理学療法士 ROB MCCABE

Rob McCabe は、アイルランドのゲーリックフットボールクラブ KILDARE GAAの理学療法士であると同時に自らの治療施設経営者でもあります。その関係で非常に幅広いアスリートや患者に対する経験を持っています。すべてのレベルで、Robは、パフォーマンスを客観的に数量化できるツールの必要性を感じてきました。

“これまでに私は、術後のリハビリを必要とするさまざまなエリートアスリートや一般の人々とかかわってきましたが、すべてのクライアントのパフォーマンスの測定に、Output キャプチャは凄くやくだっています。”



ベースラインの測定

Robは、スポーツ現場においては、ベースラインの測定にとってOutputが大いに役に立つと指摘します。

“プレシーズンにおける可動域、および筋力/パワースコアの測定は、個々の選手のニーズアナリシスを行う上で不可欠です。Output キャプチャは、スコアを記録するだけでなく、選手自身とコーチにその選手がアスリートしてどのあたりに位置するのかを視覚的に見せるうえで極めて有用なツールとなっています。”

使いやすさ

Robは、Outputキャプチャーの使いやすさにも着目しています。特に、短時間で測定を行わなければならない環境でそのことが重要だと感じています。”トレーニングが始まる前に自分自身の準備状態を知るために選手たちだけで測定することができるので、Outputキャプチャは、チーム全体の測定をする場合に特に便利だと言えます。もしテストスコアがいつもより低いことが分かった場合、すぐにトレーナーや理学療法チームにそのことを伝え、適切な処置を迅速に行うことができます。私は、妥当性と信頼性の高い測定から得られた大量のデータを持つことができます。そのデータによって、パフォーマンスを改善し、プレーに復帰させるための意思決定が非常に合理的で客観的なものになっています。”

問題のある選手を見つける

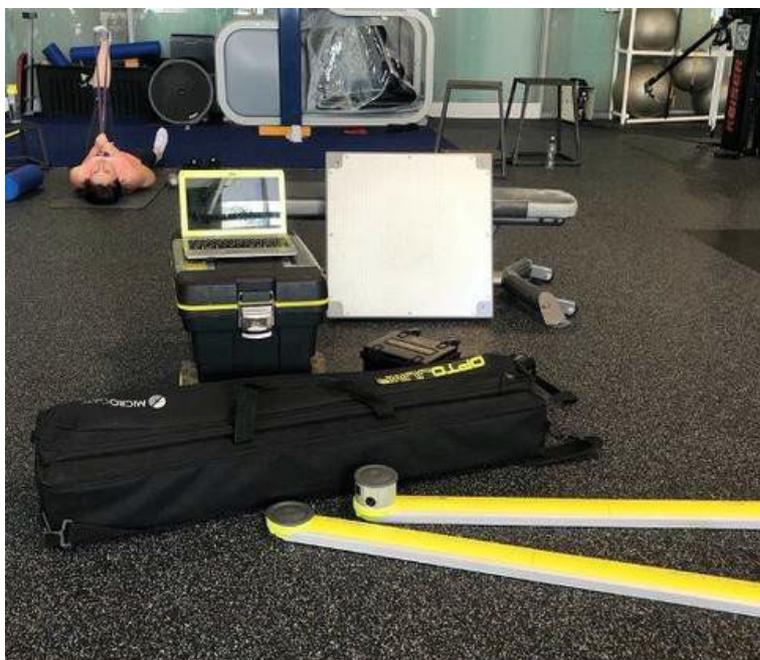
“かつて、エリートレベルの優れたプレイヤーなのですが、軟部組織のケガを繰り返す選手がいました。Outputキャプチャに用意されている10-5テストを行ったところ、彼の競技レベルにしてはRSIスコアが低すぎるのがわかりました。そこでこの情報をもとに、その選手の競技レベルとプレーに耐えることのできる頑健な身体を作ることにフォーカスした特別なプライオメトリクスを処方しました。”

客観的評価の重要性

安全で効果的なリハビリテーションの目的を確実に達成するためには、パフォーマンステストと進捗状況のモニタリングが不可欠です。そのためには、2つのはっきりと異なる方法が用いられています。主観的分析と客観的分析です。

客観的分析

従来から客観的分析には3Dモーションキャプチャー、フォースプレート、光学システム、筋電図といった様々な装置が用いられてきました。これらの装置は、関節に加わる力、関節の運動、そして筋活動といったパフォーマンスにかかわる重要な指標を正確に推定することが可能です。これらの装置は、信頼性のある客観的なデータを一貫して取得することができるため、それに基づいて根拠のある意思決定を行うことができ、選手に対してもリハビリテーションの進捗状況を明確に示すことができます。しかし、こうした装置を利用することができるのは、エリートアスリートと研究者にほぼ限定されてきました(1)。



フォースプレート、光学システムといった伝統的なパフォーマンス分析装置の例。

こうした機器を仮に利用できたとしても、それらは非常に高価であり、初期費用も維持費も高くなります。さらに、正確に測定するための準備や設定、そして、得られたデータの解釈には時間がかかります。

主観的分析

主観的分析は主に、アスリートを目で見て評価することによって行われます。この方法は最小限の道具だけでほとんど費用もかからず、すぐに行うことができます。しかし、この方法によるパフォーマンスの評価は、多くの場合、等級づけや区分するための基準があいまいで測定者の直観によるところが少なくありません。その結果、バイアスの入り込む余地が大きくなってしまいます。さらに数多くのパフォーマンスに関する要素を同時に評価することは極めて困難です。また、主観的な方法で得た評価では、そもそも客観的なデータというものが存在しないため、選手に対して改善の度合いを明確に示すことができません。



シングルレッグスクワットにおける動作の視覚による主観的評価

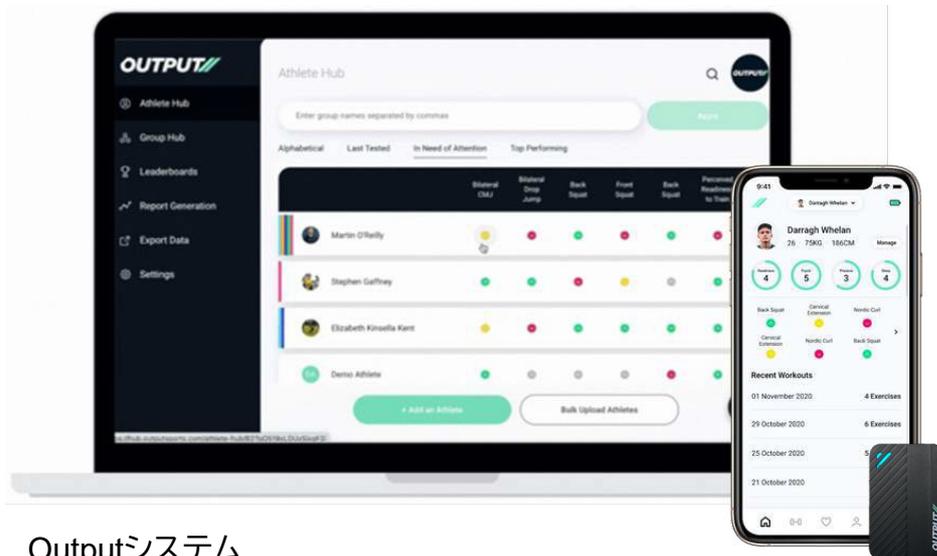
しかし、主観的分析の最も重大な問題は、測定の一貫性や整合性を確保することが難しいということです。測定者間および測定者内においてさえも、評価基準の一致度が常に変化する、ということを示す研究によってもこのことは明らかです。

この評価基準の一致度は、測定者の経験だけではなく、評価そのものの複雑性によっても影響されます。その結果、アスリートのパフォーマンスレベルや、ケガをするリスクの判別（つまり、その選手がハイリスクかローリスクか）は、いつ、そして誰が測定するかによって変わってしまうことになります。そうすると、選手を担当するトレーナーや理学療法士が変われば、その解釈の違いによって、選手に対する対応が変わってしまい、治療やリハビリテーションの一貫性は妥協せざるを得ないことになってしまうのです。

Outputの使用でいかに客観的な評価が可能となるか

慣性測定装置(IMU)は、直行3軸方向の並進運動の加速度と回転運動の角加速度を取得し、それらを適切に信号処理することにより、様々な種類のパフォーマンスにおける客観的で信頼性のある正確なデータを提供することができます(2, 3)。Outputシステムに採用されているような慣性センサーのサイズは極めて微小で軽量なため、いつでも研究室の外に持ち出すことができ、トレーニングルームやフィールドでも容易に使用することができます。

こうした理由で、IMUは、スポーツとリハビリテーションの分野で、パフォーマンスを評価する手段として急速に普及してきました。そして、これらの装置によって提供されるデータを、アスリートや患者の進捗状況を把握するためのデスクトップアプリケーションで利用することにより、安全でより確実な方法で目標達成に導くことが可能となるのです。



Outputシステム

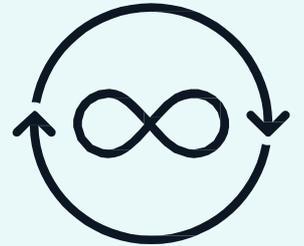


クリニックでのセットアップ

Outputを最大限に活用するためのヒント

Outputを“常時オン”で設定

1日の始めに、Outputキャプチャーアプリを立ち上げ、使用するOutputのセンサーとペアリングします。後は、システムを測定モードにセットし、選手の来訪を待つだけです。

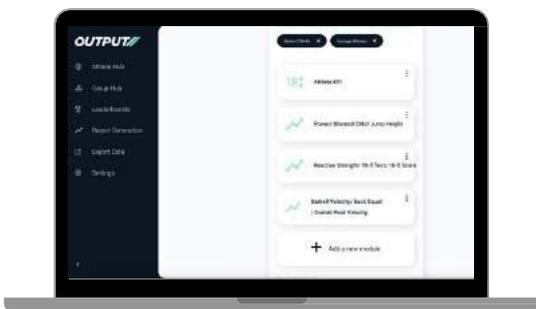


☆ よく使うテストの指定

あなたの好きなテストは何ですか。ストレートレッグレイズ？ ユニラテラルカウタームーブメントジャンプ？ それともドロップジャンプですか？よく使うテストをOutputキャプチャーアプリで指定しておけば、測定する時に、1クリックで目当てのテストにすぐアクセスできます。

競技復帰への道筋を創る

スタビリティ、モビリティ、筋力、パワー、反応筋力指数、スピード、プライオメトリクス、そしてスプリント分析。よく起こる外傷や障害に対応したリハビリテーションをうまく進め、競技復帰に至るまでの客観的測定の進め方を決めましょう。



テンプレートによる報告書の作成

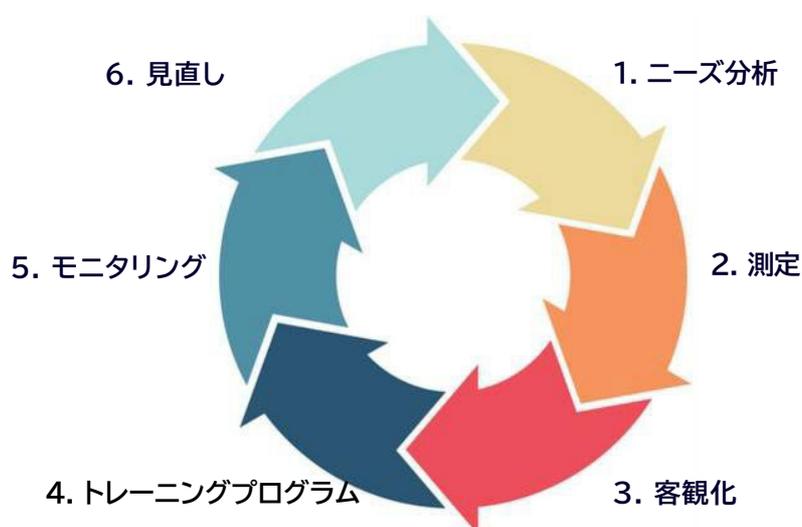
リハビリテーションのワークアウトが準備できたら、測定結果とともにOutput HubでPDFを作成し、患者のもとに届けましょう。テンプレートを利用することでこの作業はあっという間に完了し、患者とともに復帰までの第1歩が始まります。



ケガのリスクの軽減

近年、理学療法士の役割は、単にケガが発生してからの対応にとどまらず、ケガのリスクそれ自体を減らすための戦略を開発することに拡大しつつあります。ケガをしない選手はそれだけ多くのトレーニングに参加することができます。より多くトレーニングできることで、よりケガのしにくい身体を作ることができ、将来のケガのリスクを減らすという好循環を生み出すこととなります。

ケガのリスクを減らすためのプロセス



左の循環図は、アスリートのケガのリスクを軽減するための効果的なプログラムに含まれている基本的なプロセスを示したものです。

1. ニーズ分析

どのような介入を行うかについては、常に明確な根拠が必要です。そのためには最初にニーズ分析を行うことから始めなければなりません。まずは、以下の領域について詳しく調べる必要があります：

- スポーツの特徴(一般的特徴/タイム・モーション分析/生理学的負担度/バイオメカニクスの負担度)
- ケガの特徴(ケガの種類/発生機序/頻度)
- プレーヤーの特徴(年齢/性別/ポジション/トレーニング歴/受傷歴)

以下はサッカーにおける負担度の概要です：

- 間欠的運動(短時間の高強度運動がもう少し長い時間の低強度活動を挟んで繰り返される)
- 総走行距離は9-14kmで、そのうちの1-3kmは高速ランニング。
- 90-120秒ごとに2-4秒続くスプリントが生じる。
- 150-250回のキックや爆発的動作を行い、1200-1400回の方向転換を行う(7)。

2. 測定

ニーズ分析が完了したら、それに基づいて必要な測定のためのテストを選択します。どのようなテストを行うべきかということは、ニーズ分析の内容とその結果によって決まります。

ニーズ分析からテストの選択という原則を深く理解すること、および、バラつき(標準偏差)、効果量、z-スコア、信頼区間といった統計的概念についての理解がテスト結果の分析と解釈にとって不可欠となります。これらについての知識は、その後の様々な場面で意思決定をする時に、テスト結果から得られた情報の信頼性と妥当性を検討するために必要となります。この分野について詳しくは、McGuiganの本を読むことをお勧めします(8)。

研究室での測定には長い時間と高い費用がかかります。そのため、今日、フィールドで行うテストが広く普及してきました。テストは少なくとも年に4回は実施する必要があります。プレシーズンの開始時、プレシーズンの終了時、シーズンの中盤、そしてシーズンの終了時です。サッカーのためのテストの種類や実施方法について詳しく知りたい読者には、Turner & Stewartによる文献がお勧めです(9)。

3. 客観化

理学療法士、トレーナー、心理カウンセラーなど異なる職種
の専門家がチームとして共同作業することにより、選手が
最高の能力を発揮するためのよりホリスティックなアプ
ローチが可能になります。選手本人とコーチと一緒に、合理
的な目標を設定し、ニーズ分析とテストを実施することが
必要です。

4. トレーニングプログラム

トレーニングプログラムは、ケースご
とに異なるものとなります。ハムス
トリングのリハビリテーションの例
をケーススタディのセクションで紹
介していますのでご覧ください。

5. モニタリング

リハビリテーションの効果を最大限に高めるためには、その
介入によってどのような生理学的反応が引き出されている
かを見極める必要があります。パフォーマンスを向上させ
ケガのリスクを減らすうえで、トレーニング負荷が意味のある
刺激となっているかを監視ことです。そのためには時間の
経過による変化を定期的に評価しなければなりません。

内的

- s-RPE
- セッション負荷
(s-RPE × 持
続時間)
- 単調度
- 緊張度

外的

- 跳躍高
- 可動性
- RSI
- GPS
- 負荷量

6. 見直し

このプロセスは、どの介入要素がうまく機能し、どの要素がうまく機能しなかったかを特定するため
に不可欠です。例えばサッカーでは、シーズンの最後に、そのシーズンに発生したすべてのケガの監
査、ポストシーズンパフォーマンステスト、選手からのフィードバック等によって構成されます。



筋力のリハビリテーション

可動域全体にわたる筋力トレーニングの利点

スポーツのパフォーマンスにおける筋力の重要性とそのリハビリテーションの必要性については、もはや疑いようがありません。筋力の強い選手はより高いレベルでパフォーマンスを発揮することができ、ケガのリスクも低いことが示されています(10、11)。しかし、オーバーロードをかける目的で、負荷を増大させ、セット数やレップ数を増量することだけに注意を奪われてしまうと、しばしば可動域を犠牲にしてしまうということが起こります。

可動域の全体におよぶ筋力トレーニングは、部分的な可動域だけで行うよりも優れたパフォーマンス向上効果があります(12-14)。筋力トレーニングにはストレッチと同じくらいに柔軟性を高める効果もあります(15-17)が、それだけでなく、パフォーマンスを改善しケガのリスクを減らすという利点もあるのです。ですから、ストレッチに割く時間を減らしてその代わりに、関節の可動域全体にわたって正しいテクニックで筋力トレーニングをしっかりと行うというのが良いアイデアとなり得るのです。



エクセントリックに対するオーバーロード

エクセントリック局面にオーバーロードをかけるためには、通常、高重量を用いるかフライホイールを使用することが必要です。しかし、きわめてシンプルな(しかし簡単ではない!)エクセントリックエクササイズがあります。それがノルディックカールです。スポーツにおいて頻発するケガの1つにハムストリングの肉離れや筋断裂がありますが、リハビリテーションプログラム的一部分としてノルディックカールを行うことで、ハムストリングのケガを予防する効果を高めることができます(18、19)。



ノルディックカールでは動作の質が重要です。真剣に重力と戦いながらできるだけゆっくりと身体を下ろします。より多くの回数をこなすことではなく、床に倒れ込む前にどれくらい低くまで身体をコントロールして下ろしていけるようになってきたかに意識を向けてください。高い質の反復を4レップ×2セット行うだけで、このエクササイズの結果を上げることができます(20、21)。特別な器具を一切使わずに実施できるこのエクササイズから得られる恩恵は極めて大きいと言えるでしょう。

アイソメトリックトレーニング

リハビリテーションの後期になると軽視されやすいのが、アイソメトリックトレーニングですが、特別な器具を使わず家庭でも実施できるものがほとんどであり、パフォーマンス向上とケガの予防の両方にとって多くの利点があります(22、23)。アイソメトリックトレーニングは、筋が伸張された長さで行うと効果が増し(22)、最小限の器具で大きな負荷をかけることができますようになります。下に示す3種類のエクササイズは、器具なしでできるアイソメトリックトレーニングの代表例です。

シングルレッグ ハムストリング アイソメトリック ホールド

このエクササイズは、低い台やフォームローラー、あるいは数冊の本を重ねて実施できます。それらの上に片方の踵を乗せて仰臥位で行います。ハムストリングが引き延ばされた位置(膝の伸展位)に負荷をかける優れたエクササイズです。見た目は簡単ですが、実際はそうではありません。腰が落ちないように持ち上げて股関節を固定し、身体をまっすぐにしてその姿勢を維持します。



リアフット エレベテッド スプリット スクワット ホールド



鼠径部(内転筋群)と股関節屈筋を含む下肢筋群のほとんどを動員する優れたエクササイズです。後方の足をベンチや台の上に置いた状態でスプリットスクワットを実施すればよいのですが、ボトムポジションまたはそれよりもやや上の位置でその姿勢を維持します。両手にダンベル等のウェイトを持つとさらに負荷を高くすることができます。前方の足をプレートの上に置いて前足部だけで支えて、踵をさらに下げることで、負荷を高めることができます。

コペンハーゲン内転筋エクササイズ

コペンハーゲン内転筋エクササイズは、鼠径部のケガを防ぐ効果が高いとされています(24、25)。内転筋群に対してより強いアイソメトリック負荷をかけるために動的に行うこともできますが、純粹にアイソメトリック様式だけで実施することも可能です。適当な高さのベンチか椅子の上に片足を乗せサイドブリッジの姿勢を保持します。最初のうちは膝を曲げて行い(モーメントアームを短くして負荷を下げるため)、徐々に膝を伸ばして負荷を上げていくことも可能です。



プライオメトリクス

特別な器具を必要としないプライオメトリクスは、ジャンプ、スプリントそして方向転換の能力を向上させるための効果的なトレーニングです。と同時に、ケガのリスクを減少させるうえで必要とされるコーディネーションと着地のメカニズムを習得させるためにも有効です。

プライオメトリクスには、筋のストレッチ-ショートニングサイクルのトレーニングが含まれ、一般的にはジャンピング、ホッピング、バウンディングといったエクササイズで構成されています。

どのくらいの時間の長さのストレッチ-ショートニングサイクルが含まれるによって、プライオメトリクスはファーストとスローの2種類に大きく分類されます。この時間は、どのくらいの時間、地面に接触しているかという接地時間によって計測することができます。

ファーストプライオメトリクスに分類されるエクササイズは、接地時間は250msec未満のもので、例えばスキッピングやハードルホップがそれに該当します。

それに対してスロープライオメトリクスの接地時間は250msec以上となります。カウンタームーブメントジャンプが代表的な例です。これらの接地時間はすべてOutputシステムによって簡単かつ正確に測ることが可能です。



プライオメトリクスは、見た目はそれほどきつそうにありません。しかし実際の強度は高く、身体に対する負担度も決して低くはありません。したがって、最初は低強度で少ない量のトレーニングから開始し、テクニクと動作の質にフォーカスしながら、徐々に負荷を上げていくようにしてください。

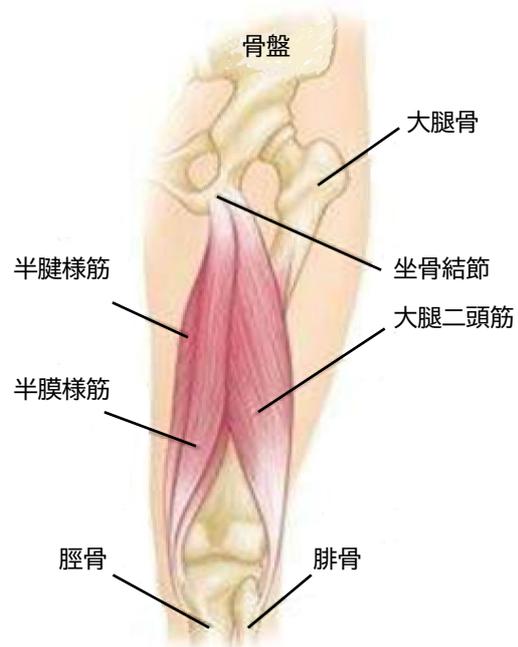


ケガのケーススタディー

ハムストリングのケガ

ハムストリングは、膝の屈曲と股関節の伸展において重要な役割を担う筋群です。膝の屈曲と股関節の伸展は、歩行からランニングまでほとんどすべてと言ってもよいくらい多くの運動に関与します。そのため、ハムストリングの肉離れは、スポーツ選手におけるもっともよくある筋損傷の1つとなっています。

ハムストリングの肉離れの発生は、高速での走運動にみられるような、筋の急激な伸張と大きな力の発揮の組み合わせによるものと考えられています(30)。遊脚相の終盤に、ハムストリングは、膝の伸展を減速させるためのエクセントリック筋活動から、股関節の伸展を支持するためのコンセントリック筋活動に急激に切り替わります。その時のハムストリングは、強い機械的ストレスによってダメージを受けやすい引き伸ばされた状態になります。ハムストリングの肉離れの90%は、非接触的に起こり、高速ランニングを繰り返すチームスポーツにおいて、代謝系の負荷が増大することとも関係しています(31)。



ハムストリングのケガの評価とリハビリテーション

ハムストリングの肉離れは、一般的にグレード1からグレード3に段階分けされます。グレード1は、筋が強く過伸張された状態で、痛みは通常数日間で収まります。グレード3は筋が完全断裂した状態であり、回復には数か月を要します。グレード1の頻度が最も高く、運動中に突然痛みが発生し、圧痛を感じるとともに運動中の痛みを伴います。筋が完全断裂した重度のグレード3では、極めて強い痛みが生じ、受傷の瞬間には、ブチッという音がしたり突如後ろから蹴られたような感覚が伴います。プライマリーケアとしては、脚を安静にすることと、大きなストライドを避けることです。さらに脚を持ち上げておくことと短時間の冷却と圧迫も回復を早めます。すぐに競技に復帰したり、早すぎるトレーニング再開は絶対に避けるべきです。痛みと圧痛が治ったら、ゆっくりとしたランニングを伴う運動を徐々に開始します。

ハムストリングのケガにおけるリスク要因

ハムストリングの肉離れの原因となるリスクファクターについては様々なものが確認されています。その中で私たちがコントロールできないものに加齢があります。年齢の高い選手はそれだけ大きなリスクを抱えているため注意が必要です。過去の受傷歴も大きなリスク要因です。ハムストリングの中でも大腿二頭筋の長頭は受傷しやすいというだけではなく、再受傷のリスクも高いことがわかっています(32)。再受傷すると、初めて受傷した時よりも回復に要する期間が長くなります。したがって、まずは予防をしっかりとするとともに、もし受傷してしまった場合は、再受傷しないためのリハビリテーションにしっかりと取り組む必要があります。

ノルディック ハムストリング エクササイズ(ノルディックカール)

ノルディックカールは、ハムストリングの肉離れを予防する方法として提唱されてきました(33)。ノルディックカールは、最も広く研究されているエクセントリックトレーニングのエクササイズでもあり、サッカー選手を対象とした大規模な介入研究は、ノルディックカールには、初めてのハムストリングの肉離れに対しても(34)、再受傷に対しても(35)予防効果のあることが示されています。そのことから、特別な関心が払われるエクササイズとなっています。ノルディックカールはエクセントリックオンリーのエクササイズですから、筋が伸張されながら負荷がかかります。そのため、エクセントリック筋力と筋構造の修復にとっても有効であることが示されています。

ノルディックカールを行う上で重要なことは、最初2-3回から始め、時間をかけて反復回数を徐々に増やしていくということです。他のエクセントリックエクササイズと同様に、最初の数セッションでは遅発性筋肉痛(DOMS)を経験します。



下背部を伸ばした正しい姿勢で、動作範囲の全体にわたってゆっくりとコントロールして力を入れながら上体を下げていきます。最近の研究によれば、ノルディックカールによるハムストリングの肉離れを予防する効果は、従来考えられていたよりもはるかに少ない負荷量(4レップ×2セット)で得られることがわかっています(36、37)。

トレーニング計画を立てるにあたっては、高速のランニングや強度の高い試合が行われる時期には、ケガのリスクを高めないように、不必要に疲労させることは避けるべきです。その視点から、ノルディックカールを行う時期を考慮する必要があります(38)。ノルディックカールはエクセントリックに過負荷をかけるエクササイズです。したがって、「アクティブ」な可動域を拡大できるように少しずつ進めていく必要があります。「アクティブ」な可動域とは、ゆっくりとした下降動作をコントロールできなくなって急激に下降速度が上昇するポイント(ブレイクポイント)までの可動域であり、Outputシステムで簡単に測定し、その値で評価することが可能です。

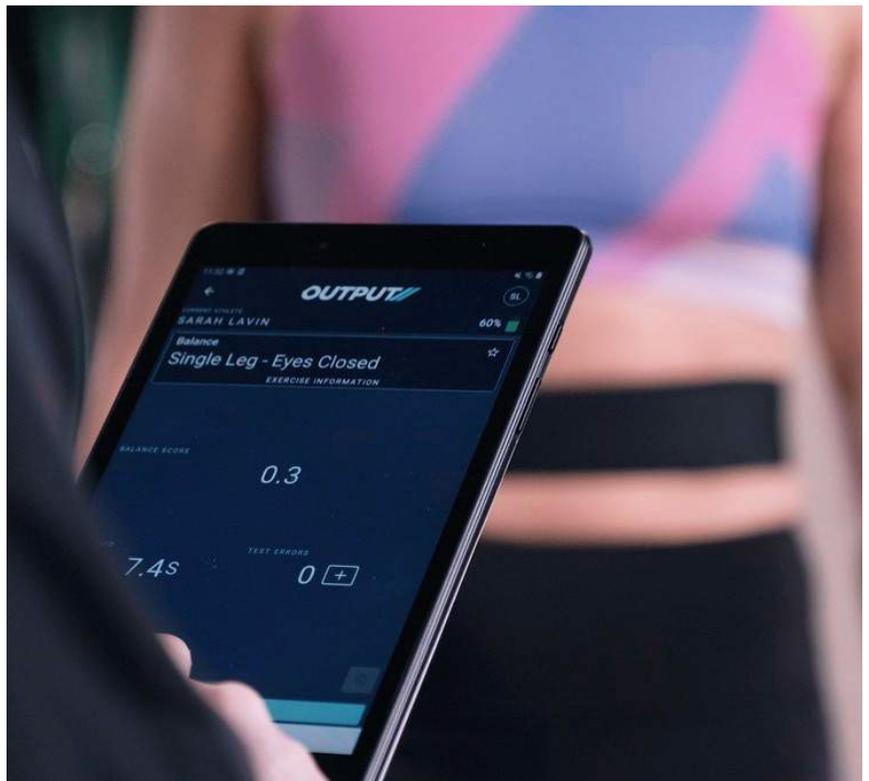
脳震盪

スポーツのフィールド上でもクリニック内においても、理学療法士にとって脳震盪に対するリハビリテーションプログラムの評価と開発という課題が増加しつつあります。かつては一過性の比較的軽度の外傷だとみなされていましたが、今日、脳震盪の影響は、特に2度繰り返された場合、重篤化することが明らかになりつつあります。これまでに蓄積された多くのエビデンスは、一度でも脳震盪を経験したアスリートは、数か月のうちに2度目の脳震盪を起こすリスク(39)と筋骨格外傷を引き起こすリスク(40-42)が高くなることを示しています。

加えて、最近の知見によれば、脳震盪を繰り返すことで、認知機能、精神症状、神経学的後遺症といった長期的な影響が生じる可能性が示されています。

応急処置

現在、スポーツにおいて頭を強く打った場合の標準的な応急処置とされているものは、脳震盪の兆候のチェック、必要に応じたオンフィールドでのトリアージ、そして生命の危機的状況を示すような赤色判定がないかどうかの評価です。もし脳震盪が疑われる場合は直ちにプレーを中止させ、オンフィールドの評価から専門医による医務室での臨床医学的検査に速やかに引き継ぎます。



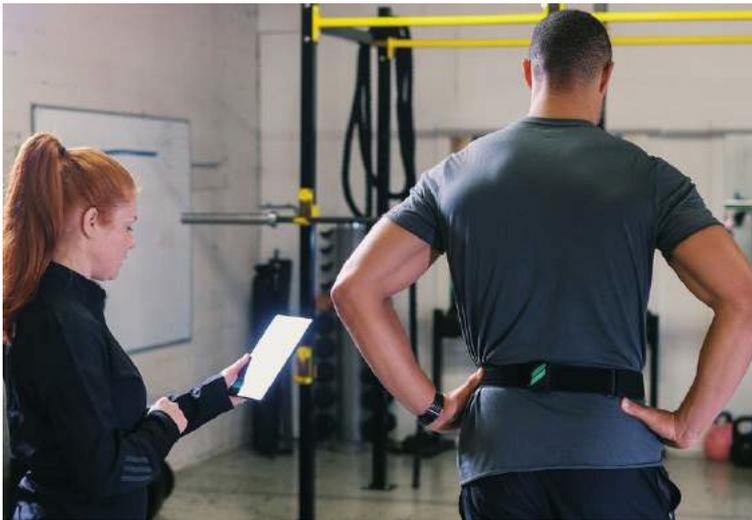
現在、脳震盪であるかどうかを「客観的に」判断するためのゴールドスタンダードとなるような指標はありません。したがって、選手の機能不全、臨床的症候、感覚運動機能(バランス、コーディネーション、反応時間)、Sports Concussion Assessment Tool(SCAT-5)といった様々な方法によって判断することが必要です。

回復とプレイ復帰へのプロセス

脳震盪からの回復モデルはプレイへの段階的復帰プロトコル(G RTP)と呼ばれています。G RTPは、安静状態における症状がなくなってから、段階的にフィジカル面とスキル面の活動を進めていくための6段階のプログラムです。このプログラムは、自覚症状のない選手における受傷からの日数によって競技復帰までの段階をシンプルに指示したものとなっています(46)。

ステージ	活動	成人	U6-U20
ステージ 0	安静: 身体活動も認知活動も完全に安静 目的: 安静、症状を進行させる活動を一切行わないこと	安静 0日目 受傷日 1-2日目	0日目 受傷日 1-2日目
ステージ 1A	症状によって活動を制限: 症状を誘発しない日常生活の活動。 症状が出ない限り日常生活に必要な活動はしてもよい。 (読書、スクリーンを見る、軽い家事、散歩等々)5-15分から徐々に増やす。 ボルグスケールで6-10 やや早い呼吸数での快適なペースでのウォーキング。 症状を悪化させないように注意。心拍数<最大の50%。 このレベルに少なくとも3日間とどまれば次のステップに移行する。	症状による制限 2-3日目 最大 5-6日間	2-3日目 最大 5-6日間
ステージ 1B	症状によって活動を制限: 症状を誘発しない活動。 少しずつ運動の持続時間と強度を増加。 ボルグスケールで11-13 少し息が切れるが会話ができるレベルで汗ばむ程度のペースでのウォーキングまたはジョギング。 身体接触のない活動。レジスタンストレーニングは禁止。 症状を悪化させないように注意。心拍数<最大の70%。 目的: 症状を悪化させないように注意しながら通常の仕事や学業に徐々に戻していく。	症状による制限 5-6日目 (最速で) 最大 14日間	5-6日目 (最速で) 最大 14日間
何らかの症状がある限りステージ2には移行しないこと			
ステージ 2	有酸素運動: 心拍数の増大する運動を30-40分間。 ボルグスケールで13-15 少し息が切れるが会話ができるレベルで汗ばむ程度のペースでのジョギング/固定バイク。 身体接触のない活動。レジスタンストレーニングは禁止。 症状がでないように注意。心拍数<最大の80%。 目的: 運動の強度と持続時間を増加させていく。	有酸素運動 15 日目	15-16 日目
ステージ 3	スポーツに関連した専門的運動: ボールを使うような競技特有の活動を開始し、チームトレーニングに合流を開始する。 まだ身体接触は避けること。 ボルグスケールで13-15 最大60-80%でのランニングドリル(非接触的ウォーミングアップをチームと一緒に)。バランス運動。 低強度のレジスタンストレーニング(例えば自体重で)。頭部への衝撃や接触を避ける。 <ul style="list-style-type: none"> 身体接触禁止 個人スキル 敵をつけず判断を要しないバドミントン 50-70%でのウェーブラン(20m) 50-70%でのサイドステップ(15m) 閉眼片脚立ち BOSUやバランスディスクエクササイズ シングルレッグスクワット(5-10レップ) 自体重スクワット(5-10レップ) 腕立て伏せ(5-10レップ) レジスタンスバンドトレーニング 目的: 運動の種類を増し、コーディネーションとバランストレーニングにチャレンジさせる。	スポーツに関連した運動 16 日目	17-18 日目
ステージ 4	接触プレーのないスポーツ練習: 身体的負荷だけでなく認知的判断や集中力を必要とするバドミントンのような強度の高いドリルを開始する。 ハイレベルなバランストレーニング。1RMの60-70%のレジスタンストレーニングを開始してもよい。 <ul style="list-style-type: none"> 身体接触禁止 バドミントン(静止した敵やコーン)10-20m 3v2のようなバドミントン 専門的ポジショントレーニング スーパーマン(伏臥位過伸展)バランス x5 BOSUやバランスディスクエクササイズ シングルレッグホップ(前方と側方)片脚につき6-8 シングルレッグバランス 目的: コーディネーションとより高い集中力を必要とするトレーニングにチャレンジさせる。	非接触運動 17-18 日目	19-20 日目
ステージ5に進む前に医師による承認を得ること			
ステージ 5	身体接触を含む練習: 医学的チェックで問題なければ身体接触を伴う通常のトレーニングに復帰する。 目的: 自信を回復させ、コーチングスタッフによる機能的スキルの評価を受ける。	接触を含む運動 19-20 日目	21-22 日目
ステージ 6	競技復帰 以上のステージをすべて問題なく完了すればこの日から普通のプレーに復帰してもよい。 成人は最低21日、U20以下は少なくとも23日を要する。	競技復帰 21 日目	23 日目

出典: アイルランドラグビー協会



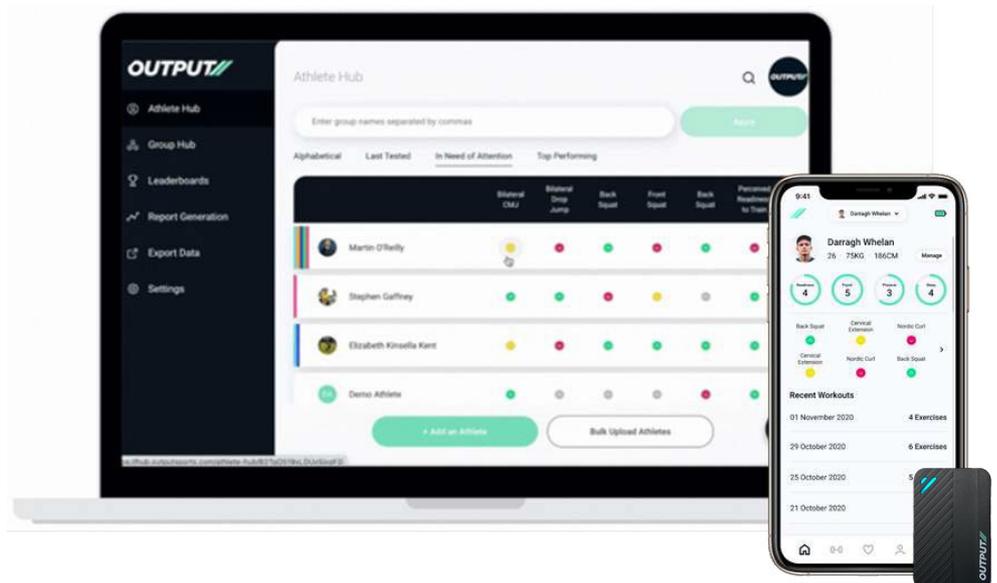
脳震盪を受傷した選手の症状は、一般的には日数の経過とともに軽くなり、そして消失します(49)が、最近のエビデンスは、脳震盪の影響は、この「臨床的回復」をした後も依然として残り続けていることを示唆しています。例えば、過去に一度でも脳震盪になった選手は、高い確率で将来的に再び脳震盪を受傷するリスクが高くなることがわかっています(50)。

さらに、脳震盪をしたことのある選手は、競技復帰後も、筋骨格系のケガをしやすいことも分かっています(51)。

これらの原因として、現在までに蓄積されつつあるエビデンスは、脳震盪の兆候や症状が解消した後にも、微細な感覚運動的および神経学的損傷が脳内にまだ残っていることとの関連が示されています(51)。さらに問題は、これらの損傷は、SCAT5のような従来の臨床的評価の方法では検出できないということです。換言すれば、周囲の環境の変化を処理したり、自身の身体運動をコントロールするための脳機能の障害は、自覚症状でわかるような明白な兆候(頭痛、めまい、疲労等々)が解消された後も残るのではないかとということです。

過去数年にわたり、この問題の解明に向けられた研究が進み、感覚運動コントロール機能をトレーニングの現場で客観的に評価できる臨床的ツールが開発されてきました。そのひとつがOutputシステムのような慣性センサーテクノロジーです。

脳震盪を受けた後の感覚運動の制御機能をこうしたツールを用いた方法によって評価することにより、研究室レベルの客観的で厳密な評価を、スポーツ現場の環境でいつでも実施できるようになってきています(53)。これによってより厳密な復帰プロセスを進めていくことができます。





OUTPUT

バーンリーFCの事例



理学療法士 PHIL POMEROY

Phil Pomeroyは、2010年からイングランドの名門サッカークラブであるバーンリーFCで理学療法士を務めています。バーンリーのパフォーマンスチームはこれまでに、プレミアリーグにおいて最も強健でフィットしたチームを作りあげてきました。バーンリーのパフォーマンスチームにおける他のメンバーとともに、彼はこれまでのレベルを維持するためのさらに良い方法を探求しています。



“私たちはクラブとして常に、プレイヤーの能力を改善するとともにケガのリスクを減らすための新たな方法を常に追求しています。その一環として、パワー、スピード、可動性、バランスといった様々な種類の測定値の基準値となるデータを収集しています。ここで重要となるのは、データの信頼性と妥当性です。なぜなら得られたデータが信頼でき妥当であるという自信がなければ、選手に対する重要な意思決定を下すことができないからです。”

Philにとって、データの正確性と妥当性は、パフォーマンステストを作るためのジグソーパズルの1つにすぎません。“データ収集が効率よく時間をかけずにできることも極めて重要です。そのため使用するテクノロジーが使いやすく、日々のトレーニングの一部にシームレスに組み込まれている必要があります。データ収集に時間がかかりすぎるとそれを活用することもできなくなるのです。”

可動性の測定

“私たちはOutputによって様々な種類の正確なパフォーマンス評価がポータブルでユーザーにとって使いやすいシステムで行えることに魅力を感じています。これまで可動性の評価を重視してきましたが、Outputに変えてから、ゴニオメーターで測って数値を手入力をする必要がなくなり、これまで以上に短時間でしかもより客観的に選手の可動性を正確に評価できるようになっています。”



レディネスのテスト

“私たちは、ジャンプテストを選手のレディネスと対称性の評価に用いています。ノルディックカールもまた、ハムストリングのエクセントリック筋力を定量化するために用いており、その評価に基づいて対象となる選手にハムストリングの強化のためのエクササイズを処方しています。”

“さらに、Outputシステムはポータブルなので、これらのすべてのテストをBarnfieldにあるトレーニングセンターにいない時に行うことができます。ですから試合の直後でも直ちに評価することができるので、重要な客観的データを取得できないということはありません。”

バランスのトレーニング

バーンリーFCのメディカルチームは、パフォーマンステストの他にも、Outputシステムのバランステストが、頭部のケガの診断や予後の追跡を行う際の臨床的な判断に役立つことに気づきました。

“脳震盪を受傷した選手に、いつ競技復帰させるのが適切かを診断し評価するには、主観的兆候と客観的な指標を組み合わせたさまざまな要因が関係してきます。私たちが、このための指標として重視しているのが、バランスの客観的評価です。”



“これまで、バランスについては視覚的評価という主観的方法を主として用いていきました。そのためにはSCAT5のためのmBESSのようなバランステストはある程度の客観的評価を可能とします。しかし、Outputを使うようになってから、もっと精度の高い測定ができるようになってきました。しかも、従来あったような高額で面倒な装置に頼ることなく、それが可能になっています。”

簡単な使用方法

PhilはOutputの特徴について次のように述べています。“Outputのいいところはとにかく使いやすいということにつきます。キャプチャアプリからアスリートとテストを選び、記録を開始するだけでテスト完了です。ユーザーインターフェイスは極めてシンプルで、選手が自分たちだけでシステムを起動してテストを行うことができるくらい簡単なのです！”

“さらに、私たちはいつも、Outputスポーツテクノロジー社によるサポートの恩恵を受けています。彼らは常に、現場におけるより有効なデータ活用の仕方について理解を深めようとしており、その観点から、システムの改良を続けていると思います。”

データ分析

“複数のパフォーマンステストによる複合的評価がたった1つのシステムでできるというのは、すごく便利です。特に、Output Hubでデータ分析をする際にそれを感じます。すべてのデータがそこに集約されているので、さまざまなグラフもすぐに作ることができます。”



文献

1. Espinosa HG, Lee J, James DA. The Inertial Sensor: A Base Platform for Wider Adoption in Sports Science Applications. *Journal of Fitness Research*. 2015;4(1):13-20.
2. Bonnet V, Mazza C, Fraisse P, Cappozzo A. A Least-Squares Identification Algorithm for Estimating Squat Exercise Mechanics Using a Single Inertial Measurement Unit. *Journal of Biomechanics*. 2012;45(8):1472-7.
3. Leardini A, Lullini G, Giannini S, Berti L, Ortolani M, Caravaggi P. Validation of the Angular Measurements of a New Inertial-Measurement-Unit Based Rehabilitation System: Comparison with State-of-the-Art Gait Analysis. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*. 2014;11(1):1-7.
4. Rampinini, E., Coutts, A.J., Castagna, C., Sassi, R. and Impellizzeri, F.M. Variation in top level soccer match performance. *International Journal of Sports Medicine*, 2007;28(12):1018–1024.
5. Bradley, P.S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P. and Krstrup, P. High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 2009;27(2):159– 168.
6. Bangsbo, J., Nørregaard, L. and Thorsoe, F. Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sport Sciences = Journal canadien des sciences du sport*, 1991;16(2):110–116.
7. Mohr, M., Krstrup, P. and Bangsbo, J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 2003;21(7):519–528.
8. McGuigan, M. (2019). *Testing and Evaluation of Strength and Power*. Routledge.
9. Turner, A. N., & Stewart, P. F. *Strength and conditioning for soccer players*. *Strength & Conditioning Journal*, 2014;36(4):1-13.
10. Suchomel TJ, Nimphius S, Bellon CR, Stone MH. The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Med Auckl NZ*. 2018;48(4):765-785. doi:10.1007/s40279-018-0862-z
11. Suchomel TJ, Nimphius S, Stone MH. The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Sports Med Auckl NZ*. 2016;46(10):1419-1449. doi:10.1007/s40279-016-0486-0
12. Bloomquist K, Langberg H, Karlsen S, Madsgaard S, Boesen M, Raastad T. Effect of range of motion in heavy load squatting on muscle and tendon adaptations. *Eur J Appl Physiol*. 2013;113(8):2133- 2142. doi:10.1007/s00421-013-2642-7
13. Pallarés JG, Cava AM, Courel-Ibáñez J, González-Badillo JJ, Morán-Navarro R. Full squat produces greater neuromuscular and functional adaptations and lower pain than partial squats after prolonged resistance training. *Eur J Sport Sci*. 2020;20(1):115-124. doi:10.1080/17461391.2019.1612952
14. Hartmann H, Wirth K, Klusemann M, Dalic J, Matuschek C, Schmidtbleicher D. Influence of squatting depth on jumping performance. *J Strength Cond Res*. 2012;26(12):3243-3261. doi:10.1519/JSC.0b013e31824ede62
15. Morton SK, Whitehead JR, Brinkert RH, Caine DJ. Resistance training vs. static stretching: effects on flexibility and strength. *J Strength Cond Res*. 2011;25(12):3391-3398. doi:10.1519/JSC.0b013e31821624aa
16. Simão R, Lemos A, Salles B, et al. The influence of strength, flexibility, and simultaneous training on flexibility and strength gains. *J Strength Cond Res*. 2011;25(5):1333-1338. doi:10.1519/JSC.0b013e3181da85bf
17. Wan X, Li S, Best TM, Liu H, Li H, Yu B. Effects of flexibility and strength training on peak hamstring musculotendinous strains during sprinting. *J Sport Health Sci*. Published online August 11, 2020. doi:10.1016/j.jshs.2020.08.001
18. Al Attar WSA, Soomro N, Sinclair PJ, Pappas E, Sanders RH. Effect of Injury Prevention Programs that Include the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injury Rates in Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med Auckl NZ*. 2017;47(5):907-916. doi:10.1007/s40279-016-0638-2

19. van Dyk N, Behan FP, Whiteley R. Including the Nordic hamstring exercise in injury prevention programmes halves the rate of hamstring injuries: a systematic review and meta-analysis of 8459 athletes. *Br J Sports Med.* 2019;53(21):1362-1370. doi:10.1136/bjsports-2018-100045
20. Cuthbert M, Ripley N, McMahon JJ, Evans M, Haff GG, Comfort P. The Effect of Nordic Hamstring Exercise Intervention Volume on Eccentric Strength and Muscle Architecture Adaptations: A Systematic Review and Meta-analyses. *Sports Med Auckl NZ.* 2020;50(1):83-99. doi:10.1007/s40279-019-01178-7
21. Presland JD, Timmins RG, Bourne MN, Williams MD, Opar DA. The effect of Nordic hamstring exercise training volume on biceps femoris long head architectural adaptation. *Scand J Med Sci Sports.* 2018;28(7):1775-1783. doi:10.1111/sms.13085
22. Oranchuk DJ, Storey AG, Nelson AR, Cronin JB. Isometric training and long-term adaptations: Effects of muscle length, intensity, and intent: A systematic review. *Scand J Med Sci Sports.* 2019;29(4):484-503. doi:10.1111/sms.13375
23. Macdonald B, O'Neill J, Pollock N, Van Hooren B. Single-Leg Roman Chair Hold Is More Effective Than the Nordic Hamstring Curl in Improving Hamstring Strength-Endurance in Gaelic Footballers With Previous Hamstring Injury. *J Strength Cond Res.* 2019;33(12):3302-3308. doi:10.1519/JSC.0000000000002526
24. Ishøi L, Sørensen CN, Kaae NM, Jørgensen LB, Hölmich P, Serner A. Large eccentric strength increase using the Copenhagen Adduction exercise in football: A randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports.* 2016;26(11):1334-1342. doi:10.1111/sms.12585
25. Harøy J, Clarsen B, Wiger EG, et al. The Adductor Strengthening Programme prevents groin problems among male football players: a cluster-randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2019;53(3):150-157. doi:10.1136/bjsports-2017-098937
26. Asadi A, Arazi H, Young WB, Sáez de Villarreal E. The Effects of Plyometric Training on Change-of-Direction Ability: A Meta-Analysis. *Int J Sports Physiol Perform.* 2016;11(5):563-573. doi:10.1123/ijsp.2015-0694
27. Beato M, Bianchi M, Coratella G, Merlini M, Drust B. Effects of Plyometric and Directional Training on Speed and Jump Performance in Elite Youth Soccer Players. *J Strength Cond Res.* 2018;32(2):289-296. doi:10.1519/JSC.0000000000002371
28. Berton R, Lixandrão ME, Pinto E, Silva CM, Tricoli V. Effects of weightlifting exercise, traditional resistance and plyometric training on countermovement jump performance: a meta-analysis. *J Sports Sci.* 2018;36(18):2038-2044. doi:10.1080/02640414.2018.1434746
29. Lopes TJA, Simic M, Myer GD, Ford KR, Hewett TE, Pappas E. The Effects of Injury Prevention Programs on the Biomechanics of Landing Tasks: A Systematic Review With Meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2018;46(6):1492-1499. doi:10.1177/0363546517716930
30. Opar DA, Williams MD, Shield AJ. Hamstring strain injuries: Factors that Lead to injury and re- Injury. *Sport Med.* 2012;42(3):209-26.
31. Bush M, Barnes C, Archer DT, Hogg B, Bradley PS. Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Hum Mov Sci.* 2015;Feb;39:1-11.
32. Timmins RG, Shield AJ, Williams MD, Lorenzen C, Opar DA. Biceps femoris long head architecture: A reliability and retrospective injury study. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47(5):905-13.
33. Arnason A, Andersen TE, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of hamstring strains in elite soccer: An intervention study. *Scand J Med Sci Sport.* 2008;18(1):40-8.
34. Van Dyk N, Behan FP, Whiteley R. Including the Nordic hamstring exercise in injury prevention programmes halves the rate of hamstring injuries : a systematic review and meta-analysis of 8459 athletes. *British Journal of Sports Medicine* 2019;53:1362-1370.
35. Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Budtz-Jørgensen E, Hölmich P. Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in Men's soccer: A cluster-randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2011;39(11):2296-303
36. Cuthbert M, Ripley M, McMahon JJ, Evans M, Haff GG, Comfort P. The Effect of Nordic Hamstring Exercise Intervention Volume on Eccentric Strength and Muscle Architecture Adaptations: A Systematic Review and Meta-analyses. *Sports Med.* 2020; 50:83-99

37. Presland, J. D., Timmins, R. G., Bourne, M. N., Williams, M. D., & Opar, D. A. The effect of Nordic hamstring exercise training volume on biceps femoris long head architectural adaptation. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2018;28(7):1775–1783
38. Lovell, R., et al., Acute neuromuscular and performance responses to Nordic hamstring exercises completed before or after football training. *Journal of Sports Sciences*, 2016;34(24):2286-2294.
39. Abrahams S, Fie SM, Patricios J, et al. Risk factors for sports concussion: an evidence-based systematic review. *Br J Sports Med* 2014;48(2):91-7. doi: 10.1136/bjsports-2013-092734 [published Online First: 2013/09/21]
40. Cross M, Kemp S, Smith A, et al. Professional Rugby Union players have a 60% greater risk of time loss injury after concussion: a 2-season prospective study of clinical outcomes. *Br J Sports Med* 2015
41. Nordström A, Nordström P, Ekstrand J. Sports-related concussion increases the risk of subsequent injury by about 50% in elite male football players. *British Journal of Sports Medicine* 2014
42. Brooks MA, Peterson K, Biese K, et al. Concussion Increases Odds of Sustaining a Lower Extremity Musculoskeletal Injury After Return to Play Among Collegiate Athletes. *The American journal of sports medicine* 2016;44(3):742-7. doi: 10.1177/0363546515622387 [published Online First: 2016/01/21]
43. Manley G, Gardner AJ, Schneider KJ, et al. A systematic review of potential long-term effects of sport-related concussion. *British Journal of Sports Medicine* 2017;51(12):969. doi: 10.1136/bjsports-2017-097791
44. Walton SR, Kerr ZY, Brett BL, et al. Health-promoting behaviours and concussion history are associated with cognitive function, mood-related symptoms and emotional-behavioural dyscontrol in former NFL players: an NFL-LONG Study. *British Journal of Sports Medicine* 2021:bjsports-2020-103400. doi: 10.1136/bjsports-2020-103400
45. Mez J, Daneshvar DH, Kiernan PT, et al. Clinicopathological evaluation of chronic traumatic encephalopathy in players of american football. *JAMA* 2017;318(4):360-70. doi: 10.1001/jama.2017.8334
46. McCrory P, Meeuwisse WH, Aubry M, et al. Consensus statement on concussion in sport: the 4th International Conference on Concussion in Sport held in Zurich, November 2012. *Br J Sports Med* 2013;47(5):250-8. doi: 10.1136/bjsports-2013-092313 [published Online First: 2013/03/13]
47. Harmon KG, Drezner JA, Gammons M, et al. American Medical Society for Sports Medicine position statement: concussion in sport. *Br J Sports Med* 2013;47(1):15-26. doi: 10.1136/bjsports-2012-091941 [published Online First: 2012/12/18]
48. Echemendia RJ, Meeuwisse W, McCrory P, et al. The Sport Concussion Assessment Tool 5th Edition (SCAT5): Background and rationale. *Br J Sports Med* 2017;51(11):848-50.
49. Wasserman EB, Kerr ZY, Zuckerman SL, et al. Epidemiology of Sports-Related Concussions in National Collegiate Athletic Association Athletes From 2009-2010 to 2013-2014: Symptom Prevalence, Symptom Resolution Time, and Return-to-Play Time. *The American journal of sports medicine* 2016;44(1):226-33. doi: 10.1177/0363546515610537 [published Online First: 2015/11/08]
50. Abrahams S, Fie SM, Patricios J, et al. Risk factors for sports concussion: an evidence-based systematic review. *Br J Sports Med* 2014;48(2):91-7. doi: 10.1136/bjsports-2013-092734 [published Online First: 2013/09/21]
51. McPherson AL, Nagai T, Webster KE, et al. Musculoskeletal Injury Risk After Sport-Related Concussion: A Systematic Review and Meta-analysis. *The American journal of sports medicine* 2018;47(7):1754-62. doi: 10.1177/0363546518785901 [published Online First: 2018/08/04]
52. Howell DR, Lynall RC, Buckley TA, et al. Neuromuscular Control Deficits and the Risk of Subsequent Injury after a Concussion: A Scoping Review. *Sports medicine (Auckland, NZ)* 2018;48(5):1097-115. doi: 10.1007/s40279-018-0871-y [published Online First: 2018/02/18]
53. Johnston W, Coughlan GF, Caulfield B. Challenging Concussed Athletes: The Future of Balance Assessment in Concussion. *QJM* 2017;110(12):779-83. doi:10.1093/qjmed/hcw228

OUTPUT

outputsports.com

Trusted and used by:



Outputシステム日本国内総代理店
エスアンドシー株式会社