

Key Words【遠征：travel、パフォーマンス：performance、疲労：fatigue、光：light、睡眠：sleep、栄養：nutrition】

遠征の際のパフォーマンス管理

Managing Performance Throughout Periods of Travel

Biju Williams,¹ B.Sc.(Hons) Richard Clarke,¹ M.Sc. Rodrigo Aspe,¹ M.Sc.Matthew Cole,² Ph.D. Jonathan Hughes,¹ Ph.D.¹Exercise and Sport Research Centre, University of Gloucestershire, Gloucester, United Kingdom²Department of Sport and Exercise, Birmingham City University, Birmingham, United Kingdom

要約

近年、遠征が身体パフォーマンスに及ぼす影響への関心が高まっている。ストレングス&コンディショニング分野の先行研究は睡眠を焦点としていた。しかし、コーチやアスリートの関心は、遠征がその後のパフォーマンスに及ぼす負の影響の緩和にある。本稿では、遠征の前、中、後にコーチやアスリートによって実施可能な対策を提供する。その一例が、光を浴びる時間の調整、睡眠障害の管理、および栄養摂取である。

序論

トレーニングキャンプや試合のために長距離を移動することは、もはや珍しいことではない。遠征に伴って発生する生理学的、心理学的、環境的な変化が組み合わさることによって、アスリートのパフォーマンスや回復能力が低下する可能性がある(8,35,39,51)。移動する方向と距離によっては、時差ぼけ、概日リズムの乱れ、関節の硬直、脱水症、睡眠障害などが発生する(24,35)。遠征に伴って生じるこのような弊害を回避することは難しい。しかし、発生のきっかけとなる疲労への理解を深めることによって、パフォーマンス低下を抑制する対策を実施することが可能になる。したがって本稿では、遠征によるパフォーマンスへの影響の根底にある生理学的メカニズムを概説し、問題を解決するための実践的な対策について論じる。

遠征による疲労のメカニズム

一般に「時差ぼけ(jet lag)」の名で知られる非同期症候群、あるいは時差症候群は、短期間に複数の時間帯を超える飛行機旅行がもたらす生理学的機能の一時的変調が、心身のパフォーマンス低下を招く現象を指す(13,52)。時

差ぼけは、南北方向の移動よりも、時間帯の変化を伴う東西方向の移動のほうが、症状が重く複雑であることが知られている(51)。睡眠障害、昼間の疲労、集中力の欠如、頭痛、苛立ち、食欲低下、胃腸障害などの形で現れる(28,50)。時差ぼけに伴う症状のほとんどは、身体に刻まれる概日リズムと外部環境とが同期しないことから発生する(38)。概日リズムの相を遅らせればよい(睡眠相を後退させる)西方向への移動と比べて、概日リズムの相を前進させる必要のある(睡眠相を前進させる)東方向への移動は、調整がはるかに困難である(16,52)。そのため時差ぼけの影響は、西方向への移動よりも、東方向への移動のほうが長引く(16,52)。しかし、移動方向にかかわらず、身体の概日リズムの再同期は1日につき約1時間帯分しか行なえない(51)。有効な対策方法を考えるには、人体に内在する生物学的時計の仕組みを理解する必要がある。

概日リズムは24時間の太陽周期によって支配されており、内分泌と代謝のプロセスを管理している。人間の概日リズムを調整する内在メカニズムは、前視床下部に存在する視交叉上核である(24)。概日系は、視床下部底部

に位置する中枢振動体、視床下部の他の領域に存在する末梢振動体、および内分泌系によって構成される(20)。中枢振動体は、末梢振動体から外部刺激に関するフィードバックを受け取る(24,38)。外部環境が伝える信号の乱れは、中枢振動体と末梢振動体の非同期を引き起こして、体温、心臓血管系機能、換気、胃腸機能、気分状態、ホルモン分泌に影響を及ぼす(3)。睡眠-覚醒サイクルは、正常な生理学的機能を支える重要な要素のひとつであるが、これは松果体から分泌されるホルモンのメラトニンによって調節されている。メラトニンは、自然光を浴びることによって分泌が抑制されるため、分泌のピークは暗期である(2,31,35)。また、深部体温も24時間周期で機能している(35)。午後6時ごろに最高体温を記録し、その後、睡眠中に最低体温(nadir)を記録する(28)。深部体温の低下とともにメラトニンの分泌量が増加し、内性メラトニンの濃度が上昇して睡眠が促される(12)。つまり、メラトニン分泌、睡眠傾向、および体温調節の概日リズムの間には強い関連性が存在し、したがって、短期間に複数の時間帯を超える飛行機旅行を行なうとすべてが混乱することになる。

複数の時間帯を超える飛行機旅行後、新たな場所の明暗サイクルに対する睡眠-覚醒サイクルの再同期が遅れると、睡眠障害が生じる(37,45)。時差ぼけによる睡眠障害は誰もが経験するものの、その症状の重さと持続期間は、移動する時間帯の数、移動方向、移動中の睡眠、現地の概日時間の手がかり、および個人の耐性による(38)。また、出発地からの出発時間と目的地への到着時間も、時差ぼけの症状になんらかの影響を及ぼすと考えられる。10時間帯を超えて東へ移動する85名の被験者を対象としたある調査では、夕刻出発／早朝到着の場合は、機中での合計睡眠時間が早朝出発／昼間到着の2倍

に上った(49)。しかし、早朝出発／昼間到着の被験者のほうが、夕刻出発／早朝到着の被験者よりも時差ぼけの症状が少なく、疲労も軽かった(49)。早朝出発／昼間到着の場合は、正常な睡眠(出発前夜にベッドで眠ることができる)が可能であるため、時差ぼけの症状が軽減するが、夕刻出発／早朝到着の場合は、機中で眠る努力を必要とするために睡眠の質が低下すると考えられる(49)。時差ぼけの症状は、遠征を行なうアスリートを疲労させる主因であるが、遅延や迂回によるストレスや、長時間に及ぶ窮屈な姿勢がもたらす関節の硬直や筋の痙攣も疲労の要因となる(35,36,50)。したがって、遠征の際は疲労症状に注意を払って管理することで、アスリートに至適パフォーマンスと健康を維持させなければならない。そのためには、遠征の弊害を緩和する適切な対策を立てて、実施する必要がある。

睡眠障害がパフォーマンスに及ぼす影響

睡眠障害は、昼間の眠気、憂鬱感、不眠、精神的なパフォーマンスの低下などを引き起こす(24)。睡眠障害は時差ぼけに伴って発生するが、南北へ移動する場合などは概日リズムへの影響が小さい。しかし、移動が夜間に行なわれたり、睡眠パターンが損なわれたりすると、睡眠障害が発生する。まだ確証されていないものの、近年の研究では、競技パフォーマンスにおける適切な睡眠の重要性が報告されている。例えばSkeinら(42)によると、男子の団体競技選手において睡眠障害が30時間続くと、筋グリコーゲンの濃度が低下して間欠的なスプリント(1分間に15mのスプリントを50分間)のパフォーマンスが低下した。さらに、Fowlerら(17)が24時間の海外フライトをシミュレーションしたところ、その後の有酸素性運動のパフォーマンス

(Yo-Yo間欠性回復力テストレベル1)に負の影響が生じた。一方、カウンタームーブメントジャンプには影響が認められなかった(17)。この結果から、最大努力を行使する、あるいは疲労をもたらす有酸素性課題(間欠的なスプリントやYo-Yoテスト)は、睡眠の質と量の低下による影響が大きい可能性があると考えられる。またBlumertら(9)は、大学生レベルのウエイトリフターを対象として24時間の睡眠障害の影響を調査した結果、興味深いことに、スナッチ、クリーン&ジャーク、フロントスクワットの挙上重量、合計負荷、およびトレニング強度には差異が見出されなかったが、精神的な不安定さが見出された。これは、睡眠障害が精神に影響を及ぼすことを示唆している(9)。

この研究においてはパフォーマンスの低下は見出されていない。しかし、勝利にはチームの団結が必要であるにもかかわらず、ネガティブな気分などがチーム内に蔓延する可能性がある。また、最大の有酸素性努力を要する課題に対するアスリートのモチベーションを低下させる可能性もある(17)。Mahら(27)の研究はこれを裏付けている。彼らは、男子バスケットボールの代表チームの選手において、睡眠時間の延長が競技パフォーマンスに及ぼす影響を調査した。その結果、一晚当たりの睡眠時間を 507.6 ± 78.6 分に延長すると、通常睡眠時間(400.7 ± 61.8 分)と比較して精神的な不安定さ(緊張、憂鬱、怒り、混乱)が減少し、活気が高まり疲労が低下し、パフォーマンスに有意な変化(スプリントタイムの向上とフリースローの精度の上昇)が認められた。さらにWaterhouseら(48)は、30分の仮眠後は、仮眠をとらない場合と比べて、注意力と、精神的および身体的パフォーマンスが向上することを報告した。パフォーマンステストには、短期記憶、視覚による選択反応時間、握力、スプリントパフォーマンス

が含まれていた(48)。テストの結果、30分の仮眠後は、仮眠しない場合と比べて、スプリントパフォーマンスと視覚的選択反応の精度が有意に向上し、握力や平均反応時間は向上しなかった(48)。以上のことから、昼間の疲労と睡眠障害は、認知機能とモチベーションを低下させて、パフォーマンスに影響を及ぼすと考えられる(24)。

これらの研究結果から、アスリートにおいて心身の回復を最適化し、最高の競技パフォーマンスを可能にするには、適切な睡眠が欠かせないと考えられる(7)。したがって、遠征中のアスリートの睡眠-覚醒サイクルを管理、モニタリングすることは、至適パフォーマンスの維持にとってきわめて重要である。しかし、睡眠障害によるマイナスの影響は、有酸素性パフォーマンス、スプリントパフォーマンス、そしてフリースローについては報告されているが、カウンタームーブメントジャンプとウエイトリフティングのパフォーマンスについては報告されていない。したがって、睡眠障害がパフォーマンスに及ぼす影響は課題に特異的であると考えられる(9,17,27)

栄養学的な問題

栄養学的にみると、適切な栄養摂取が行なわれない可能性も遠征の際の問題のひとつである。場合によっては、これをきっかけにパフォーマンスの低下さえ発生する(6,33)。移動中は、アスリートが日常的に摂取している食品や食事が確保できるとはかぎらないこと、ホテルやレストランが提供する食事に頼らざるをえないことも問題である。このような場合には、栄養学的な必要量を十分に満たせないこともありうる。また逆にビュッフェ形式の食事では、過食となる可能性もある。さらに、食品や水の衛生水準が異なると、胃腸疾患を起こしやすい。事実、海外遠征を行なうアスリートの半数以上が、

食品や水に含まれる細菌性病原体に起因する下痢を起こしている(18)。加えて、移動中における機内の空気の乾燥が脱水状態を招くため、水分状態も全行程を通じて監視する必要がある(36,50)。

対策

遠征に伴って生じる競技パフォーマンスの低下を最小限に留めるには、アスリートとスタッフが総合的な管理を行なう必要がある。概日リズムの基本的な反応を教え、遠征の前、中、後に行なうべき行動を指導することによって、有益な意識と行動を育むことができるだろう。遠征中の疲労管理のガイドラインも、多くはないものの提供されている。概日リズムが乱れる主因は、時間帯を移動することである。したがって、以下で挙げる対策のほとんどは概日リズムの再同期を焦点としている。しかし、新たな目的地での滞在期間が短い(3日未満)場合は、出発地の時間に合わせた行動パターンを維持するほうがよい(50)。また、移動が3時間未満の場合は時差ぼけの症状があまり厳しくないため、3時間帯以上を移動する遠征とは対策が異なる(50)。人間の概日リズムの正常なサイクルは24時間よりもやや長い。そのため、時間が後退するケース(西への移動)は、時間が前進するケース(東への移動)よりも適応しやすい。したがって、時差ぼけ対策は、移動する方向と移動する時間帯数に基づいて実施する必要がある(34,39)。重い時差ぼけの症状は、東方向への移動では3時間帯以上を移動する場合に発生し、西方向への移動では4時間帯以上を移動する場合に生じる傾向がある(図1と図2)。遠征計画を立てる際はできるかぎり、1時間帯の移動につき最低1日は体内時計を再同期する時間を設けるとよい(48)。

光曝露の管理

到着時に明るい光(特に自然光)を浴びることは、そのタイミング、強さ、および持続時間によっては、概日リズムの相を前進または後退させる可能性がある(30)。メラトニンは明るい光を浴びると分泌が抑制され、暗期に増加する。したがって、概日リズム相を後退または前進させるには、光曝露を調整してメラトニンの分泌を変化させる方法が理想的であると思われる。メラトニンの分泌を抑制するには、昼間の日光の刺激に似たブルーライトも効果的であることが示されている(14)。例えばWrightら(53)は、メラトニンの抑制には様々な発光ダイオードが有効であるが、特に青色/緑色ダイオードが効果的であることを見出した。またDesanら(15)は、Litebookの発光ダイオードを用いた光セラピー(短波ブルーライトを利用する)が、季節性情動障害の治療に有効であることを見出したが、これはメラトニンの分泌抑制の延長にも利用できると考えられる。最近では、外耳道を通じて間欠的に光を浴びる経頭蓋光セラピー(光曝露が1日12分×4)も調査されているが、治療を継続すると、時差ぼけの主観的症狀全般が緩和されることが示されている(23)。ただし、光曝露が12分×1の一時的な治療では、概日リズム相の移行に対する効果が認められなかった(10)。正確な生理学的メカニズムは不明であるが、外耳道を通じた光曝露は、メラトニンの分泌には変化を及ぼさないが、脳(32,43)と精神運動機能(47)にはプラスの影響を及ぼす。光曝露の管理については、複数の文献が実用的なガイドラインを提供しており、図1と図2にその概要を行動管理計画の形でまとめた。

しかし、光を浴びるタイミングが重要である。なぜなら、概日リズム相が移行する方向は、その時点の概日リズムの相と、深部体温が最低となるタイ

ミングに依存しているからである。したがって、東への旅行者は最低体温に達するまでは明るい光を避け、最低体温に達してから光を浴びるべきである(50)。これは、東への旅行者にとって、移動する時間帯の数が増えるほど難しくなる。暗色のゴーグルを着用して明るい光を浴びる量を減らし、メラトニンの分泌を促すとよい。またSassevilleら(40)によると、ブルーライトカット眼鏡を着用することによって、明るい光がメラトニンの分泌を抑制する効果を有意に低下させることができた。同様に、夜間勤務を行なう労働者を対象とした調査では、朝に帰宅する際に暗色ゴーグルを着用すると、光曝露量を減らして、概日リズム相を適切にリセットすることができた(37)。メラトニンの分泌には、このように光への曝露を減らすことが不可欠であり、内在メラトニンの濃度を上昇させて睡眠傾向を促進し、概日リズム相の前進を助けるべきである。

睡眠障害の対策と回避

睡眠障害は競技パフォーマンスに負の影響を及ぼす可能性があり(17,42)、移動による睡眠不足(夜間の移動)と時差ぼけ(概日リズム相を前進または後退させる必要性)の両方によって引き起こされる。したがって、睡眠障害を緩和し、回避する対策がきわめて重要である。東西方向への移動を計画する際は、移動方向によって、出発の1～2日前に就寝時間を1～2時間調整するなどして、新しい時間帯にある程度適応しておくといよい(34)(図1と図2)。また可能であれば、睡眠サイクルへの干渉を減らして遠征による疲労を緩和するために、早朝に出発して午後に着する計画を立てるとよい。このようにすれば、夕刻に出発して早朝に着する場合よりも次の夜の就寝時間を早めることができる(49)。移動による負の影響を減らすには、移動中の睡眠時間を最大にするべきである(29,34,39)。到着1時間前までは窓のブラインドを

下ろして照明を消す(29)、適切な睡眠衛生を保つ(カフェインやニコチンの摂取を避ける、食事をしない、脳の刺激となる活動を行なわない)(7)なども、睡眠への干渉を減らして、移動による疲労を低減させる。旅行の前後も睡眠衛生を保つようにすれば、移動による疲労を減らしたり、好ましい概日リズム相の移行をもたらしたりする助けとなる。また、到着時に旅行による疲労症状を示していても、適切な仮眠を行なわせることによってうまく管理することが可能である(48)。30分以下の仮眠は、目覚めてからも眠気を感じる「睡眠慣性(sleep inertia)」を起こしにくい(22)。さらに、夜間睡眠の制限後に短時間の仮眠(30分未満)を行なうと、注意力と認知的パフォーマンスが向上することが報告されている(22)。また仮眠は、カフェインを摂取して明るい光を浴びたり、洗顔したりすることよりも効果的であることが判明している(21)。

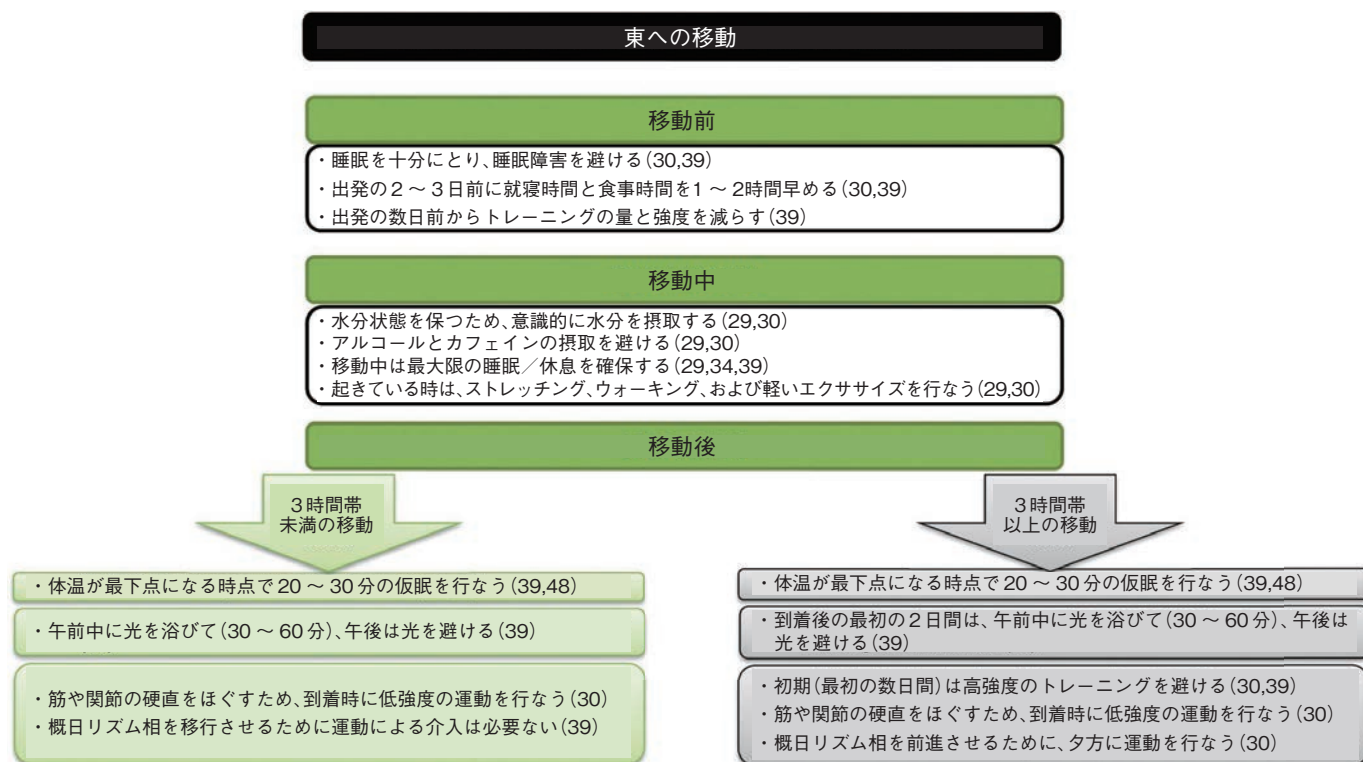


図1 東への遠征時の対策

栄養学的ガイドライン

遠征には複数の栄養学的問題が伴うが、その多くは旅行前に克服することが可能である。まず、アスリートの食事の所要量について、移動中および新しい目的地における食事の提供者と話し合うべきである。所要量を満たすことが不可能であれば、スタッフとアスリートは補助食を携帯するとよい。また移動中は、機内を循環する乾燥した空気のせいで脱水症に陥る可能性がある。そのため、アスリートの水分摂取には特に注意を払う必要がある(36,50)。到着時に目的地の時間帯に合わせて概日リズムを調整する場合は、概日リズム相の前進や後退を助けるために、食事時間を目的地に合わせるべきである(36)。胃腸疾患のリスクを最小限に留めるため、現地の水(氷や歯磨き用の水も含めて)や生の食材、および汚染された水で洗浄された可能性のある食材の摂取は避けるべきである。加えて、適切な衛生習慣(頻繁な手洗いや

手の消毒など)も、病気や下痢のリスクを最小限に留めることに役立つだろう。カフェインには利尿作用があるため、カフェイン入りの飲料の摂取を避けるように指示されることが多い。中程度の量のカフェインは全身の水分状態にごくわずかな影響しか及ぼさないが(1)、カフェインには覚醒効果があるといわれており、概日リズムの調整を妨げる可能性がある以上、カフェインの摂取はやはり避けるべきである。Burkeら(11)の最近の研究では、カフェインの摂取はメラトニンの分泌サイクルを約3時間遅らせ、睡眠の質の低下と倦怠感を招く可能性のあることが指摘されている。同じく、アルコール摂取も正常な睡眠パターンを混乱させるため(19)、避けるべきである。

着衣、運動、その他の行動面の注意

タイミングを見計らった運動、適切な着衣、および座席の調整によって、遠征時の疲労を減じることができると考

えられている(30,35)。可能であれば、身体を動かす時間を設けて血行を促進するとよい。このようにすることで、移動中に長時間身体を動かさないことに起因する、静脈血栓塞栓症、関節硬直、筋痙攣などのリスクを低減させることができる(5,30,41)。残念ながら長時間のフライトでは、30分間の休憩時間にサービスエリアへ立ち寄るなどということはできない。したがって、すべての活動やウォーキングは機内で行なわなければならない。フライト中は安全を確認してから、座席で、あるいは通路を歩きながら簡単なストレッチや軽い等尺性運動を行なって、筋の硬直や血栓症など、長時間の座位に伴って発生する可能性のあるリスクを低減させるとよい(30)。最終目的地への到着後は、運動によって概日リズム相の移行を促す。そのため、概日リズム相を後退させたい場合は体温が最も低い早朝に、前進させたい場合は夕刻に運動するとよい(30)。しかし、運動に

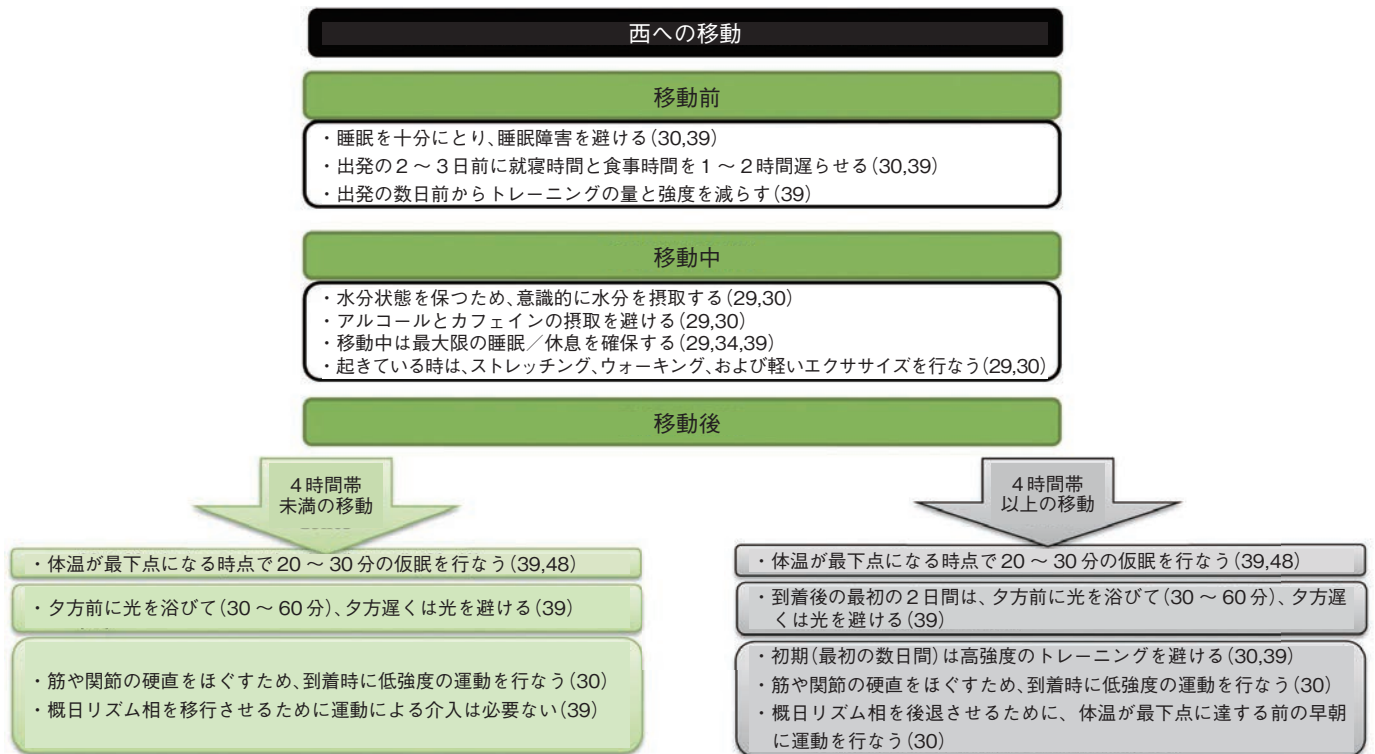


図2 西への遠征時の対策

よる概日リズム相の移行は確実ではなく、むしろ、旅行後の覚醒レベルの維持に役立つと主張する研究もある(25)。遠征中のエクササイズとトレーニングに関して、諸文献で提供されているガイドラインの一部を図1と図2に概括した。

コンプレッションウェアにも、長時間の移動中に窮屈な姿勢で座っていることに伴う不快と困難を緩和する効果のあることが指摘されている(35)。Belcaroら(5)とScurrら(41)によると、膝下までのコンプレッションストッキングは、うっ血と静脈血栓塞栓症のリスクを有意に低下させる。最近の神経刺激に関する研究では、腓骨神経に電気刺激を与えると、下腿への血流が増加し(46)、静脈還流量が最大95%増加し(26)、若年サッカー選手の筋痛の緩和に対して水中エアロビクスや消極的休息よりも有効であることが示されている(44)。さらにBeavenら(4)は、ラグビーの試合後に電気刺激とコンプレッションウェアを組み合わせると、コンプレッションウェアだけを利用するよりも、主観的なエネルギーレベルと熱意が向上しただけでなく、クレアチンキナーゼの基準値への回復が加速したことを報告している。したがって、移動中に電気刺激を利用することは、心理学的効果だけでなく、生理学的効果も示すと考えてよいであろう。ただし、移動後や長時間の座位の後の電気刺激の利用が、生理学的パフォーマンスに与える影響についてはまだほとんど調査されていない。

個人差

時差ぼけの症状は個人の様々な条件によって左右される。例えば、クロノタイプ、年齢、体力レベル、あるいは睡眠パターンの適応性などによって左右される(34)。クロノタイプとは、根底にある概日リズムの行動への表れであり、24時間周期において特定の時間に

眠る傾向を指す。就寝も起床も早い朝型の人は東への移動による影響が小さいが、就寝も起床も遅い夜型の人は西への移動による影響が小さい(25)。また、遠征に伴う概日リズムの乱れには年齢も影響を及ぼす。年長者(50歳超)は時差ぼけの影響を受けにくい、若年者(18～25歳)と比べて壮年者(37～52歳)は、睡眠や注意レベルに対する移動の影響が大きい(25)。さらに、体力レベルの高い人は、移動や睡眠の乱れに適応しやすく、時差ぼけによる影響が少ないと考えられる(51)。最後の睡眠パターンの適応性は、睡眠時間を調整する個人の能力と関連しており、睡眠の際の諸条件にはあまり影響されない。これらの因子は、長時間の移動を行なう際の時差ぼけの影響を弱める可能性のあることが指摘されている(48)。しかし、これらの因子が個人や、長時間の移動に対する個人の反応に及ぼす影響を確証するには、引き続き調査を行なう必要がある。アスリートの場合は個人差が及ぼす影響は小さいものの(34)、個人の睡眠習慣と概日リズムに関する情報を得ることは、適切な介入を計画する助けとなるだろう。

現場への応用

長時間の移動は、ストレngths&コンディショニング専門職がアスリートの総合的管理を行なうにあたって独特の問題をもたらす。しかし、移動に伴う疲労の基本的なメカニズムを理解して、本稿で推奨する対策を実施すれば、良い結果が得られるであろう。この分野の諸研究に従うと、睡眠／仮眠、光への曝露／回避、食料／飲料の摂取のタイミングに気を配ることによって、遠征による生理学的因子と競技パフォーマンスへの負の影響を緩和することが可能になる。また、旅行前の対策、コンプレッションウェアの利用、タイミングを見計らった運動、適切な衛生習慣、

および適切な移動(生理学的ストレスを回避して、好ましい出発時間と到着時間を設定する)も役立つことが指摘されている。さらに、今後調査する必要がある対策として、神経刺激と経頭蓋光曝露が挙げられる。最後に、個々のアスリートについて、症状の差と関連すると考えられる年齢やクロノタイプを理解し、考慮すれば、時差ぼけ対策はより効果を発揮するであろう。◆

※「References」は巻末にあります。

こちらをクリックすると該当ページが開きます。

From Strength and Conditioning Journal
Volume 39, Number 4, pages 22-29.

著者紹介



Biju Williams :
University of Gloucestershire
のスポーツ&運動科学の修士
研究生。



Richard Clarke :
University of Gloucestershire
のストレngths & コンディ
ショニングの上級講師兼コー
スリーダー。



Rodrigo Aspe :
University of Gloucestershire
のストレngths & コンディ
ショニングの上級講師兼コー
スリーダー。



Matthew Cole :
Birmingham City University
のスポーツ&運動栄養学の上
級講師兼コースリーダー。



Jonathan Hughes :
University of Gloucestershire
のストレngths & コンディ
ショニング修士課程の上級講
師兼コースリーダー。

遠征の際のパフォーマンス管理

Managing Performance Throughout Periods of Travel

References

1. Armstrong LE. Caffeine, body fluid—electrolyte-balance, and exercise performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 12: 189–206, 2002.
2. Atkinson G, Drust B, Reilly T, Waterhouse J. The relevance of melatonin to sports medicine and science. *Sports Med* 33: 809–831, 2003.
3. Atkinson G, Reilly T. Circadian variation in sports performance. *Sports Med* 21: 292–312, 1996.
4. Beaven CM, Cook C, Gray D, Downes P, Murphy I, Drawer S, Ingram JR, Kilduff LP, Gill N. Electrostimulation's enhancement of recovery during a rugby preseason. *Int J Sports Physiol Perform* 8: 92–98, 2013.
5. Belcaro G, Geroulakos G, Nicolaides AN, Myers KA, Winford M. Venous thromboembolism from air travel the LONFLIT study. *Angiology* 52: 369–374, 2001.
6. Below PR, Mora-Rodriguez R, Gonzalez-Alonso J, Coyle EF. Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1 h of intense exercise. *Med Sci Sports Exerc* 27: 200–210, 1995.
7. Bird SP. Sleep, recovery, and athletic performance: A brief review and recommendations. *Strength Cond J* 35: 43–47, 2013.
8. Bishop D. The effects of travel on team performance in the Australian national netball competition. *J Sci Med Sport* 7: 118–122, 2004.
9. Blumert PA, Crum AJ, Ernsting M, Volek JS, Hollander DB, Haff EE, Haff GG. The acute effects of twenty-four hours of sleep loss on the performance of national-caliber male collegiate weightlifters. *J Strength Cond Res* 21: 1146–1154, 2007.
10. Bromundt V, Frey S, Odermatt J, Cajochen C. Extraocular light via the ear canal does not acutely affect human circadian physiology, alertness and psychomotor vigilance performance. *Chronobiol Int* 31: 343–348, 2014.
11. Burke TM, Markwald RR, McHill AW, Chinoy ED, Snider JA, Bessman SC, Jung CM, O'Neill JS, Wright KP Jr. Effects of caffeine on the human circadian clock in vivo and in vitro. *Sci Transl Med* 7: 305ra146, 2015.
12. Cajochen C, Kräuchi K, Wirz-Justice A. Role of melatonin in the regulation of human circadian rhythms and sleep. *J Neuroendocrinol* 15: 432–437, 2003.
13. Chapman DW, Bullock N, Ross A, Rosemond D, Martin DT. Detrimental effects of west to east transmeridian flight on jump performance. *Eur J Appl Physiol* 112: 1663–1669, 2012.
14. Chellappa SL, Steiner R, Blattner P, Oelhafen P, Götz T, Cajochen C. Non-visual effects of light on melatonin, alertness and cognitive performance: Can blue-enriched light keep us alert? *PLoS One* 6: e16429, 2011.
15. Desan PH, Weinstein AJ, Michalak EE, Tam EM, Meesters Y, Ruiter MJ, Horn E, Telner J, Iskandar H, Boivin DB. A controlled trial of the litebook light-emitting diode (LED) light therapy device for treatment of seasonal affective disorder (SAD). *BMC Psychiatry* 7: 1, 2007.

16. Flower DJ, Irvine D, Folkard S. Perception and predictability of travel fatigue after long-haul flights: A retrospective study. *Aviat Space Environ Med* 74: 173–179, 2003.
17. Fowler P, Duffield R, Vaile J. Effects of simulated domestic and international air travel on sleep, performance, and recovery for team sports. *Scand J Med Sci Sports* 25: 441–451, 2015.
18. Halpern B, Keogh G. The Hughston Clinic Sport Medicine Book. Media, PA: Wilkins & Wilkins, 1995.
19. Halson S. Nutrition, sleep and recovery. *Eur J Sport Sci* 8: 119–126, 2008.
20. Hastings M, O'Neill JS, Maywood ES. Circadian clocks: Regulators of endocrine and metabolic rhythms. *J Endocrinol* 195: 187–198, 2007.
21. Hayashi M, Masuda A, Hori T. The alerting effects of caffeine, bright light and face washing after a short daytime nap. *Clin Neurophysiol* 114: 2268–2278, 2003.
22. Hayashi M, Motoyoshi N, Hori T. Recuperative power of a short daytime nap with or without stage 2 sleep. *Sleep* 28: 829–836, 2005.
23. Jurvelin H, Jokelainen J, Takala T. Transcranial bright light and symptoms of jet lag: A randomized, placebo-controlled trial. *Aerosp Med Hum Perform* 86: 344–350, 2015.
24. Leatherwood WE, Dragoo JL. Effect of airline travel on performance: A review of the literature. *Br J Sports Med* 47: 561–567, 2013.
25. Lee A, Galvez JC. Jet lag in athletes. *Sports Health* 4: 211–216, 2012.
26. Lepar G, Morrissey M, Cywinski J. Effect of neuromuscular electrical stimulation on foot/ankle volume during standing. *Med Sci Sports Exerc* 35: 630–634, 2003.
27. Mah CD, Mah KE, Kezirian EJ, Dement WC. The effects of sleep extension on the athletic performance of collegiate basketball players. *Sleep* 34: 943, 2011.
28. Manfredini R, Manfredini F, Fersini C, Conconi F. Circadian rhythms, athletic performance, and jet lag. *Br J Sports Med* 32: 101–106, 1998.
29. Meir R. Managing transmeridian travel: Guidelines for minimizing the negative impact of international travel on performance. *Strength Cond J* 24: 28–34, 2002.
30. O'Connor PJ, Youngstedt SD, Buxton OM, Breus MD. Air travel and performance in sports. *Fed Internationale de Medecine du Sport Position Statement*. 2004. Available at: <http://http://www.fims.org/knowledge/position-statements/>. Accessed August 1, 2015.
31. Pandi-Perumal SR, Srinivasan V, Maestroni G, Cardinali D, Poeggeler B, Hardeland R. Melatonin: Nature's most versatile biological signal? *FEBS J* 273: 2813–2838, 2006.
32. Persinger MA, Dotta BT, Saroka KS. Bright light transmits through the brain: Measurement of photon emissions and frequency-dependent modulation of spectral electroencephalographic power. *World J Neurosci* 3: 10–16, 2013.
33. Rauch LHG, Rodger I, Wilson GR, Belonje JD, Dennis SC, Noakes TD, Hawley JA. The effects of carbohydrate loading on muscle glycogen content and cycling performance. *Int J Sport Nutr* 5: 25–36, 1995.
34. Reilly T. How can travelling athletes deal with jet-lag? *Kines* 41: 128–135, 2009.
35. Reilly T, Atkinson G, Edwards B, Waterhouse J, Åkerstedt T, Davenne D, Lemmer B, Wirz-Justice A. Coping with jet-lag: A position statement for the european college of sport science. *Eur J Sport Sci* 7: 1–7, 2007.
36. Reilly T, Waterhouse J, Burke LM, Alonso JM. Nutrition for travel. *J Sports Sci* 25: S125–S134, 2007.
37. Sack R, Auckley D, Auger R, Carskadon M, Wright KP Jr, Zhdanova IVVM. Circadian rhythm sleep disorders: Part I, basic principles, shift work and jet lag disorders. *Sleep* 30: 1460–1483, 2007.

38. Sack RL. The pathophysiology of jet lag. *Travel Med Infect Dis* 7: 102–110, 2009.
39. Samuels CH. Jet lag and travel fatigue: A comprehensive management plan for sport medicine physicians and high-performance support teams. *Clin J Sport Med* 22: 268–273, 2012.
40. Sasseville A, Paquet N, Sévigny J, Hébert M. Blue blocker glasses impede the capacity of bright light to suppress melatonin production. *J Pineal Res* 41: 73–78, 2006.
41. Scurr JH, Machin SJ, Bailey-King S, Mackie IJ, McDonald S, Smith PDC. Frequency and prevention of symptomless deep-vein thrombosis in long-haul flights: A randomised trial. *Lancet* 357: 1485–1489, 2001.
42. Skein M, Duffield R, Edge J, Short MJ, Mundel T. Intermittent-sprint performance and muscle glycogen after 30 h of sleep deprivation. *Med Sci Sports Exerc* 43: 1301–1311, 2011.
43. Starck T, Nissil J. Stimulating brain tissue with bright light alters functional connectivity in brain at the resting state. *World J Neurosci* 3: 81–90, 2012.
44. Tessitore A, Meeusen R, Cortis C, Capranica L. Effects of different recovery interventions on anaerobic performances following preseason soccer training. *J Strength Cond Res* 21: 745–750, 2007.
45. Thorpy MJ. Classification of sleep disorders. *Neurotherapeutics* 9: 687–701, 2012.
46. Tucker A, Maass A, Bain D, Chen L, Azzam M, Dawson H, Johnston A. Augmentation of venous, arterial and microvascular blood supply in the leg by isometric neuromuscular stimulation via the peroneal nerve. *Int J Angiol* 19: e31–e37, 2010.
47. Tulppo MP, Jurvelin H, Roivainen E, Nissilä J, Hautala AJ, Kiviniemi AM, Kiviniemi VJ, Takala T. Effects of bright light treatment on psychomotor speed in athletes. *Front Physiol* 5: 184, 2014.
48. Waterhouse J, Atkinson G, Edwards B, Reilly T. The role of a short post-lunch nap in improving cognitive, motor, and sprint performance in participants with partial sleep deprivation. *J Sports Sci* 25: 1557–1566, 2007.
49. Waterhouse J, Edwards B, Nevill A, Carvalho S, Atkinson G, Buckley P, Reilly T, Godfrey R, Ramsay R. Identifying some determinants of “jet lag” and its symptoms: A study of athletes and other travellers. *Br J Sports Med* 36: 54–60, 2002.
50. Waterhouse J, Reilly T, Atkinson G, Edwards B. Jet lag: Trends and coping strategies. *Lancet* 369: 1117–1129, 2007.
51. Waterhouse J, Reilly T, Edwards B. The stress of travel. *J Sports Med* 22: 946–966, 2004.
52. Winget CM, DeRoshia CW, Markley CL, Holley DC. A review of human physiological and performance changes associated with desynchronization of biological rhythms. *Aviat Space Environ Med* 55: 1085–1096, 1984.
53. Wright HR, Lack LC, Partridge KJ. Light emitting diodes can be used to phase delay the melatonin rhythm. *J Pineal Res* 31: 350–355, 2001.