

Keywords 【総合格闘技：mixed martial arts、速度を基準としたトレーニング：velocity-based training、  
ストレングス&コンディショニング：strength and conditioning、パフォーマンス：performance、  
動作速度：movement velocity、ピリオダイゼーション：periodization】

# 総合格闘技選手のための 年間トレーニングプログラムの開発

## Developing an Annual Training Program for the Mixed Martial Arts Athlete

Francis J. Huldi, MA, CSCS, TSAC-F      Craig J. Cisar, PhD, CSCS, NSCA-CPT

Department of Kinesiology, San Jose State University, San Jose, California

### 要約

総合格闘技(MMA)は、様々な形式の組み技と打撃技を含む、多面的な格闘競技である。そのため、ストレングス&コンディショニング(S&C)専門職は、相反する代謝要求、高い変動性、試合スケジュールの不定に頭を悩ませることになる。先行研究によって、MMA選手には神経筋系特性の発達と優れた有酸素性および無酸素性能力が必要であることが明らかにされている。また、ハイレベルなMMA選手の生理学的プロフィールも特定されている。しかし、パフォーマンスの向上に最も適したピリオダイゼーション方を論じた査読済み論文は少ない。速度を基準としたトレーニング(VBT)について調査した研究も存在しないとみられる。VBTは動作速度を利用してトレーニング負荷を割り当てることで疲労を軽減し、筋力とパワーの適応を推進する。VBTに関する先行研究では、VBTは負荷の割り当ての点で、従来の相対強度を基準としたトレーニングよりも優れていることが指摘されている。本稿ではまずMMA選手の生理学的プロフィールを明らかにする。続いてVBTの概要を説明し、VBTを利用してMMA選手のパフォーマンスの最適化を目指す、S&Cのプログラムデザインにおけるガイドラインを提示する。

### 総合格闘技選手の生理学的プロフィール

#### エネルギー系

総合格闘技(MMA)の代謝要求を理解するには、まず、試合のパラメータを特定する必要がある。世界最大のMMA団体であるアルティメット・ファイティング・チャンピオンシップ(UFC)は、1ラウンド5分で通常の試合は3ラウンド、タイトル戦などは5ラウンド、ラウンド間の休息は1分と定めている(7)。UFCの平均対戦時間は、2002年の8分6秒から2017年の10分43秒へと着実に増加している。もうひとつ注目すべ

きことは、対戦時間が階級に応じて近直線関係を示すことである。女子ストロー級(52.2kg:115ポンド)で最も長く、男子ヘビー級(120.2kg:265ポンド)で最も短い。階級は、勝利方法の点でも考慮する必要がある。重い階級ほどノックアウトで勝敗が決し、軽い階級はジャッジによる判定で勝敗が決する傾向にある(29)。しかし総合的に分析すると、MMAの試合における77%が約8~12秒間の高強度動作によって勝敗が決している(23)。

勝敗を決めるこのような高強度動作は、本質的に無酸素性である。しかし、平均対戦時間をみると、有酸素性である。そのためMMA選手には、短時間における無酸素性運動の繰り返しを支える高い有酸素性能力を発達させることが推奨される(23)。先行研究によると、MMAの運動-休息比は1:2~1:4である(7,10)。打撃系の選手は休息に対して運動が短く、持続時間の短い無酸素性特性を有している。これに対して組み技系の選手は休息に対して運動が長く、持続時間の長い無酸素性特性を有している(14)。さらに、組み技が得意な選手は、MMAで成功する選手の特徴となることが多い。例えば、激しい打撃技のコンビネーションと比べると、高強度の寝技で勝敗が決まる可能性は2倍である(14)。また、激しい運動後における乳酸濃度の幅は10.2~20.7 mmol/Lである(4,8)。これらのデータは、ストレングス&コンディショニング(S&C)専門職に、トレーニング強度の管理に関する貴重な知見を提供する。

運動開始時の代謝経路として優勢であるのは解糖系である。しかし格闘が続くにつれて、主に酸化系がエネルギー代謝を担うようになる。ラウンド間における1分間の休息で、心拍数と酸素消費量は低下する。しかし、乳酸濃度は無酸素性作業閾値を超えたままであるため、完全な回復は不可能であり、パフォーマンスに大きな影響を及ぼす(7)。したがって、MMA選手は有酸素性能力を発達させることを重視しつ

つ、その一方で高強度運動の能力に重点を置くトレーニングを実施すべきである(23)。

### 筋力とパワー要求

ハイレベルのMMA選手は、オープンおよびクローズドキネティックチェーンを介して、矢状面、前額面、水平面のいずれでも力を素早く転移させる上肢と下肢の筋力を必要とする。特に打撃技にとって重要なものは、水平面における力の転移である(28)。これに対して、オクタゴン(試合場)において、特に組み技のパフォーマンスに重要な役割を果たすものは等尺性筋力である。対戦相手を制することに不可欠な握力は、手と前腕の等尺性筋活動によって発揮される(14)。また、MMA選手のパフォーマンスにはスピードもきわめて重要である。打撃速度の増加は打撃の運動エネルギーを増加させ、対戦相手をノックアウトするパワーの増大に繋がる(7)。

足さばきの速度と精度(アジリティ)も、防御や攻撃の位置取りに重要な役割を担う(28)。股関節、体幹部、肩関節を介して発揮するパワーの大きな選手ほど、試合において有利であることもよく知られている。また、運動中に繰り返しパワーを発揮する能力は、後半のラウンドでのパフォーマンスに欠かせない(7,14,17)。Bountyら(7)は、パワーをベースとした運動について、上肢は40~70%1RM、下肢は40~80%1RMを推奨している。調整抵抗や軽い負荷の利用も、MMAの重要な成功因子である動作速度を向上させることが見出されている(7)。

付け加えると、体幹部の安定性は、打撃における大きな力の転移とパワー発揮(特に水平面を介した)を可能にする。よく発達した体幹部は神経筋系の制御を助け、効果的な動作の基礎を築く(28)。また、体幹部の等尺性筋力は、打撃の吸収能力を高めて脊柱の損傷を防ぐ。連続する組み技では、体幹部の筋力は寝技で相手を制して、優位な位置取りを行なうことを助ける(7)。

### 傷害予防方策

MMAは激しい競技であり、傷害リスクが高い。筋骨格系傷害の77%が、試合中において(29)、防御側の選手に(28)発生している。多くの場合、傷害のメカニズムは身体部位への打撃による損傷であるが、打撃を行なう四肢も損傷することがある(28)。また、身体のアシメトリー(非対称性)が10%程度であっても、傷害リスクが70~90%も上昇することが報告されている(29)。最も多い受傷部位は頭部と顔面であり、試合関連の全傷害における77.8%を占める。そのほかには、手首と手、膝関節、足部、肩関節、下腿部、肘関節が全傷害の約5~20%を占める(29)。

### ファンクショナルムーブメントスクリーニング

トレーニングプログラムを開始する前に、ファンクショナルムーブメントスクリーニング(FMS)を実施して、傷害の原因となりうる筋のアンバランスや動作の異常を特定する必要がある。例えばKieselら(16)は、アメリカンフットボールの選手において、FMSのスコアと相対的な傷害リスクが関係していることを見出した。MMA選手は身体前面の筋組織が過度に発達しており、身体後面における筋組織の発達は劣る傾向にある。これは、重量物を押すという打撃技の性質によるものであり、筋のアンバランスを生み出している(3)。Boddenら(6)によると、FMSの実施は動作異常やアシメトリーの検出に有効であり、介入プログラムを実施することによってスコアを改善することが可能である。UFC Performance Institute(29)は、身体のアシメトリーによる傷害リスク調査を行なっている。Boddenら(6)はそれに基づいて、FMSの実施は動作の異常パターンを明らかにすることに役立ち、修正エクササイズを行なうことでMMA選手の傷害リスクを低減することができると主張している。また、傷害予防方策は総合的なトレーニング計画においても不可欠であり、選手の安全に直接的な影響を及ぼす(28)。

Tack(28)は、柔軟性と神経筋系の制御に重点を置くプレリハビリテーション(介入前リハビリテーション)プログラムを推奨した。さらに、関節筋力、結合組織の引張強度、筋の両側性バランスを発達させることも重要であるとした(28)。また、頸部筋組織の筋力強化に重点を置くことは、頸椎への傷害リスクを低減するとともに、頭部への打撃を吸収することを助けると考えられる。頸部の筋組織における高い筋力は、組み技やクリンチにおいて、頭部の抱え込みや引きに抵抗することも助ける(7)。加えて、膝関節を伸展した状態で姿勢が崩れて外反することは、前十字靭帯の傷害リスクを高めるため、トレーニングでは適切な脚のアライメントを重視する必要がある(15)。片足立ちで行なうエクササイズは、神経筋系の制御を向上させて、膝関節の外反による傷害を低減させることが知られている(28)。また太極拳は、膝関節と足関節における安定筋の筋力を向上させ、四肢の神経筋系における制御を向上させることが見出されている(20)。Peacockら(20)によると、S&Cセッション後にクールダウンとして太極拳を行なうことは、プロのMMA選手においてバランスエラースコアリングシステム(BESS)による評価を9%向上させ、長座体前屈テストの柔軟性スコアを8%向上させた。

### ピリオダイゼーション方策

MMA選手を指導するS&C専門職は、競技固有な複数の困難に直面する。プレシーズン期、インシーズン期(試合期)、オフシーズン期を特徴とする大多数の競技と異なり、MMA

には固定されたシーズンがない(23)。しかし、現役選手は1年に2~3回大会に出場すると予測される。ファイトキャンプ(プレシーズン)は、出場通知を受け取るタイミングによって2~6週間と短いこともあれば、4ヵ月にわたることもある。典型的なトレーニングキャンプの期間はおよそ1~3ヵ月である(23)。このようなばらつきが存在するため、MMA選手は通知が直前であっても出場できるように、常に準備しておく必要がある。S&C専門職が念頭に置くべきもうひとつの因子は、オーバートレーニングのリスクである。MMAは競技要求が高く、S&Cトレーニングと技術練習の両方にわたって多大なトレーニング量が課される。そのため、量が適切に管理されていないとオーバートレーニングに陥りやすい(7)。この状況は、慢性的な疲労、筋痛や関節痛、パフォーマンスの低下、安静時心拍数の増加、抑鬱、不眠、苛立ちによって示される(7)。最後に、MMAは有酸素性能力と無酸素性能力という相反する代謝要求を有するために、コンカレント(同時)トレーニングが行なわれる。ピリオダイゼーション方策の実施に注意を払い、望ましい生理学的適応の獲得を目指さなければならない(15)。

### 準備期

MMA選手にとっての準備期はオフシーズン期と考えられる。この時期、MMA選手は特定の試合の準備をするのではなく、傷害予防、動的柔軟性、体幹部の安定性、筋力とパワーにおける基礎の構築、有酸素性能力の発達に重点を置いてトレーニングする。一般に線形ピリオダイゼーションモデルを利用して過負荷を至適化する(28)。Ruddockら(23)は、準備期を2つの下位局面(一般的な準備期と特異的な準備期)に分割することを推奨している。一般的な準備期は競技特異性が低く、有酸素性コンディショニングを主体として、神経筋系への要求が低いトレーニング局面と定義される。特異的な準備期は競技特異性が高くなり、神経筋系への要求と無酸素性コンディショニングの頻度が高まる(23)。準備期は総合的な身体準備だけでなく、トレーニング後半で実施する機会がない弱点の強化にも取り組む(ファイトキャンプは特定の対戦相手を念頭に置いて実施するため)。

準備期には、ロング・スロー・ディスタンス(LSD)トレーニングと低強度インターバルトレーニング(LIIT)を、多量のレジスタンストレーニングと組み合わせて実施する(15)。ただし、LSDとLIITは特異性に欠けており、筋力とパワーの発達にマイナスの影響を及ぼすことに注意が必要である(15)。LSDとLIITは有酸素性能力の基礎構築に利用して、試合が近づくとともに無酸素性コンディショニングへ移行する助けとする。体重の増加は試合前に「身体を絞る」能力に影響する可能性があるため、多量のレジスタンストレーニングを実施

する場合にも注意が必要である(15)。準備期は、試合期前の9~16週間に該当することが多い(29)。UFC Performance Institute(29)は、準備期を4つのマイクロサイクルで構成している。すなわち、導入ブロック、蓄積ブロック、ピーキングブロック、そして、負荷を減らしてファイトキャンプ(試合期)へ繋げるディロードブロックである。

### 試合期

試合期は、線形ピリオダイゼーションモデルから非線形の波状ピリオダイゼーションモデルへと移行する(29)。波状ピリオダイゼーションモデルは、テクニクトレーニングセッションの増加によるトレーニングの負担をより良く管理して、神経筋系への過負荷を最適化することを可能にする(28)。この時期は、MMAに特異的な動作に移行するとともにコンプレックストレーニングが導入され、筋力&パワーベースの運動量を1週間に2~5%増加させることが推奨される(28)。高強度インターバルトレーニング(HIIT)が代謝系コンディショニングの主な方法となり、有酸素性能力の向上と最大酸素消費量の増加を図る。HIITがもたらす末梢の骨格筋の適応は、筋力とパワーの神経系における適応を補完するため、HIITと筋力&パワーベースの運動を組み合わせるべきである(15)。

### ファイトキャンプ前期

ファイトキャンプ前期の代謝系コンディショニングは、主に、高強度の組み技などの技術練習によって行なわれる。技術練習のセッション数とともに、競技特異的な動作も増やすべきである(23)。負荷をかけた運動では速度曲線を右方向へ移行させることを狙い、最大速度を目指すべきである(29)。打撃技と組み技のコンディショニングと技術練習の配分は、試合戦略に大きく依存する(23)。ファイトキャンプが進むにつれて、HIITのインターバルを短くし、動作を競技特異的にする(18)。

### ファイトキャンプ後期

ファイトキャンプ後期は競技特異性が最大となり、試合戦略に焦点が合わせられる。HIITを増やして、ミトコンドリア容積と毛細血管化の増大を図る(23)。HIITは身体組成も向上させて、試合前に「身体を絞る」ことを容易にする。Ruddockら(23)は、回復を至適化するために、HIITセッションは36時間空けて実施することを推奨している。ファイトキャンプ後期の終盤にはテーパリングを行なって、トレーニング頻度を維持したままで量を60~85%減らす(18)。Jamesら(15)は、8~14日間かけてテーパリングを実施することを推奨している。テーパリングでトレーニングの負担を減らすことは疲労

を消散させて、試合への準備状態を高める(15)。さらにファイトキャンプでは、カロリー不足の状態トレーニングを行なって減量し、予定している試合の階級に合わせた体重に調整する必要がある(29)。減量は長く過酷な過程であり、登録スポーツ栄養士に栄養面の助言を求めるべきである。ファイトキャンプ前期・後期いずれでも、食事内容の分析を指針として、S&Cトレーニングプログラムを補完しなければならない。

### トレーニングにおけるさらなる留意点

トレーニングからの回復は、パフォーマンスの至適化と傷害リスクの低減にとって最も重要である。チームも選手も、温冷交代浴、適切なタイミングでの栄養摂取、マッサージ療法などの複数の回復様式を考えるべきである(4,7)。注目すべき回復様式のひとつは、短縮性筋活動のみを行なう積極的回復である。短縮性筋活動は、伸張性筋活動よりも筋損傷が少なく、血流量を増やすことが知られている(7)。競技特異的なエクササイズや動作に重点を置くMMAのS&Cプログラムには、特に股関節屈曲筋群および内転筋群を焦点とする動的柔軟性のルーティーンも含めるべきである(28)。また、2分間のフォームローリングは、力発揮能力を低下させることなく、静的ストレッチと同程度に可動域を増加させることが示されているため、トレーニングセッションの最初に行なうとよい(28)。最後の留意点は、MMA選手がマウスピースを装着して裸足で闘うことである(7,28)。したがって、マウスピースをはめた状態でトレーニングを実施したり、空気量の制限に順応させるスイミングプロトコルを導入したりすれば、試合中の息苦しさを緩和できるであろう(7)。水泳では、静水圧による力学的負荷が胸壁にかかることによって、肺気量を増大させるとともに吸気を増加させることが示されている(17)。さらに呼吸頻度の制御が吸気を増加させるとともに、高炭酸状態を誘発するため、呼吸の適応をより一層向上させる(17)。MMA選手のトレーニングでは、水泳による呼吸頻度の制限を利用して肺気量を増大させ(17)、呼吸筋の持久力を高める(8)ことを検討するべきである。鼻呼吸の漸進的プロトコルを各トレーニングセッションの最後に実施することで、交感神経活動を抑制して回復過程に弾みをつけるとよい(13,26)。MMA選手は、トレーニング中の回復インターバルで制御された鼻呼吸を行なって回復を最大化するべきである(13)。ラウンド間の素早い回復が可能な選手は試合を有利に運べるであろう。

### 速度を基準としたトレーニング

速度を基準としたトレーニング(VBT)を効果的に実施するには、レジスタンストレーニング(無酸素性トレーニング)

への適応を考慮する必要がある。VBTの利点は、神経系の適応にある。これは、筋のスピードとパワーを強調し、神経動員(神経ドライブ)の至適化を目指すトレーニングによってもたらされる(12)。神経ドライブは、運動ニューロンとそれが支配する筋線維へ送られる刺激の合計である(10)。神経系の適応は、競技パフォーマンスの向上に不可欠であり、神経ドライブの増加が筋力とパワーの発揮を増強する(12)。MMA選手がオクタゴンで成功するには、パワー発揮能力がきわめて重要である(7)。神経筋系の機能向上は、随意運動を担う脳の領域である運動皮質から始まる(9)。運動皮質の活動は、最大筋力を発揮する際や新しい動作を学習する際に増大する(9)。運動皮質の活動増大は、神経系の大きな適応をもたらし、速筋(タイプII筋線維)の運動単位によるより大きな力の発揮と動員を促す(21)。無酸素性トレーニングによる神経系の適応が不十分な非鍛錬者では、最大努力による運動で活性化するのは筋線維の71%でしかない(2)。また、発火頻度を増やすことによって、適応は運動単位レベルでも生じる。これは、オーバーラップする活動電位が合計されることで、力発揮能力の増大を促す(12)。

S&Cコーチは、運動単位の動員が、活動の発火頻度とそれぞれの閾値について昇順に行なわれるというサイズの原理も心得ておく必要がある(19,24)。つまり、発揮すべき力の要求が増大するにつれて、運動単位の動員は、低閾値の運動単位から始まって高閾値へ進む(24)。しかし、神経筋系の適応は、上級レベルのアスリートが運動単位を非連続的に動員することを可能にする。すなわち、大きな運動単位を最初に動員して、素早く大きな力の発揮を可能にする(12)。この現象は選択的動員として知られており、方向転換、加速、減速を助けるが、これらはいずれもエリートレベルの競技パフォーマンスを構成する重要な要素である(19)。MMAでは、力を素早く発揮する能力が、打撃力を高めて大きなダメージを与える能力を増大させ、勝利の可能性を高める(7)。

無酸素性トレーニングは、神経筋接合部における神経伝達能力を向上させるような形態学的変化をもたらし得ることが示されている(12)。最後に、S&Cコーチは、筋の伸張反射も意識する必要がある。筋の伸張反射とは、神経筋系によって生み出される、追加のエネルギー要求を必要としない、力の大きさと立ち上がり率を増大させる反射的な伸張反応である(12)。この反射反応は、無酸素性トレーニングの直接的結果により、筋と結合組織(腱)の弾性要素を利用して、競技パフォーマンスを向上させる(1)。

### 速度を基準としたトレーニングの適用

S&C専門職がVBTを実施する方法は複数ある。最初に理解すべきことは、速度と強度(負荷)の間にはほぼ完全な直線

## バックスクワット、フロントスクワット、デッドリフト、ベンチプレスの平均速度の比較

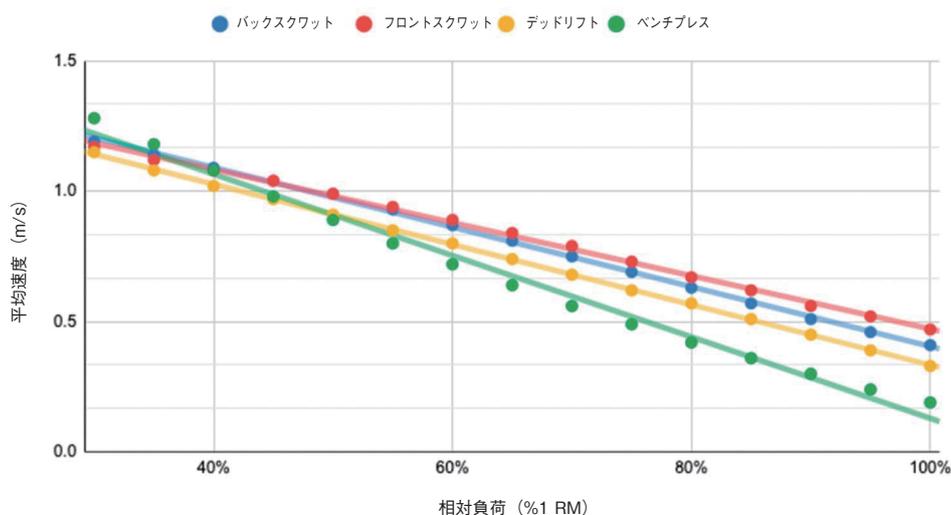


図1 負荷-速度の直線的関係。バーベルバックスクワット、フロントスクワット、デッドリフト、ベンチプレスの平均速度をY軸に、相対負荷(%1RM)をX軸に示した(データは表に基づく)。1RM=1回最大挙上重量

関係が存在することである(30)(図1)。外的負荷が増加すると、挙上速度が低下する。しかし性別、挙上テクニック、エクササイズの種類、測定装置などの変数が、与えられた負荷における速度に影響を及ぼす(30)。先行研究により、バックスクワットおよびフロントスクワット(27)、バーベルデッドリフト(5)、バーベルベンチプレス(11)における速度の最低閾値(100%1RMにおける速度)と、負荷速度関係が特定されている。ほぼ完全な直線関係が存在するため、傾向線を当てはめて傾き-切片公式(一次関数)を利用することによって、それぞれの外的負荷における動作速度を特定することができる。その際、5点法を利用して個人の負荷-速度プロフィールを作成することが望ましい(30)。5点法では、個々のアスリートにおける20%、40%、60%、80%、90%1RMにおける平均速度を測定して、相対負荷との関係をプロットして傾向線を適用する(30)。これによって、ある負荷において目標とするべき動作速度を知ることができる。

### 相対負荷の割り当てにバーベルの速度を利用する

負荷と速度の直線関係を理解すれば、相対負荷に基づく望ましいバーベルの速度を割り当てることが可能になる(表)。この方法は平均セット速度法と呼ばれる。平均セット速度法では、セットの平均速度が処方速度の $\pm 0.06$  m/秒以内に収まるようにする。つまり、それに合わせて負荷を調整する。Sánchez-Medinaら(25)は、バーベルバックスクワットにおける相対負荷(%1RM)と動作速度の関係を特定した。S&C専門職は、その他の同様の調査結果に従って、望ましい生理学的適応を促す相対負荷に対応する動作速度を割り当てるとよ

い。この方法は、セッション中のアスリートにおける神経筋系の準備状態に基づいて負荷を調整することと、それによって過度の疲労を防ぎ、処方する負荷がアスリートに課される努力と意図を正確に表すことを可能にする(25)。

### 速度の適切な低下

VBTには多くの利点があるが、そのひとつはアスリートの疲労を分析してオーバートレーニングを防ぐことである。S&C専門職は、セット中の速度における適切な低下を理解して不必要な疲労を避け、望ましいトレーニング適応を最大化しなければならない。セットの平均速度と速度低下(VL)の閾値を考えることで、アスリートの負荷-速度プロフィールからトレーニング負荷と動作速度を割り当てることが可能になる。動作速度が速度低下の閾値を下回った時点で、そのセットを終了する(30)。

Rodríguez-Rosellらは2020年の研究(22)において、セット中におけるVL10%とVL30%が神経筋系の反応とホルモン応答に及ぼす影響を調査した。VL10%群に対してもVL30%群に対しても、75~85%1RMのフルスクワットだけを利用して、1週間に2セッションのVBTプログラムを8週間実施した。介入の前後で、20mスプリント、カウンタームーブメントジャンプ(CMJ)、1RMスクワット、筋持久力、(スクワット中の)筋電図、安静時ホルモン濃度の測定を行なった(22)。

VL30%群は、VL10%群よりもトレーニング介入を通して有意に多くのレップを実施した( $228.0 \pm 76.6$ と $109.6 \pm 2.0$ )(22)。VL10%群はVL30%群よりも実施レップ数が少なかったが、CMJ(9.2%)とスプリントタイム(-1.5%)の向上が大

表 一般的な負荷—速度関係

相対負荷 (% 1 RM)	バックスクワットの 速度 (m/s) (27)	フロントスクワットの 速度 (m/s) (27)	バーベルデッドリフトの 速度 (m/s) (5)	バーベルベンチプレスの 速度 (m/s) (11)
	$y = (-1.14 \times x) + 1.55$	$y = (-1.02 \times x) + 1.49$	$y = (-1.16 \times x) + 1.49$	$y = (-1.56 \times x) + 1.69$
100	0.41 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.33±0.04	0.19±0.04
95	0.47 <sup>a</sup>	0.52 <sup>a</sup>	0.39±0.04	0.24±0.05
90	0.51±0.04	0.56±0.03	0.45±0.04	0.30±0.06
85	0.58 <sup>a</sup>	0.62 <sup>a</sup>	0.51±0.05	0.36±0.07
80	0.64 <sup>a</sup>	0.67 <sup>a</sup>	0.57±0.05	0.42±0.08
75	0.70 <sup>a</sup>	0.73 <sup>a</sup>	0.62±0.05	0.49±0.09
70	0.75±0.02	0.79±0.02	0.68±0.06	0.56±0.10
65	0.81 <sup>a</sup>	0.83 <sup>a</sup>	0.74±0.06	0.64±0.11
60	0.87 <sup>a</sup>	0.88 <sup>a</sup>	0.80±0.07	0.72±0.11
55	0.92 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>	0.85±0.07	0.80±0.12
50	0.99±0.02	0.99±0.02	0.91±0.08	0.89±0.12
45	1.04 <sup>a</sup>	1.03 <sup>a</sup>	0.97±0.09	0.98±0.13
40	1.09 <sup>a</sup>	1.08 <sup>a</sup>	1.02±0.09	1.08±0.13
35	1.15 <sup>a</sup>	1.13 <sup>a</sup>	1.08 <sup>a</sup>	1.18±0.13
30	1.19±0.03	1.17±0.02	1.14 <sup>a</sup>	1.28±0.13

バーベルバックスクワット、フロントスクワット、デッドリフト、ベンチプレスの各相対負荷(% 1 RM)における平均速度(m/s)。

<sup>a</sup>は既知の数値をプロットし、スプレッドシートを利用して傾向線を適用することで得られたそれぞれの一次回帰式( $y=mx+b$ )に基づく推定値であることを示す。

y=速度、x=相対負荷(小数表記の% 1 RM)

1 RM=1回最大挙上重量

きかった。VL30%群はCMJが5.4%の向上、スプリントタイムが0.4%の低下を示した(22)。ホルモン濃度を比較すると、VL30%群はVL10%群よりも、慢性的な筋損傷の指標であるトロポニンTの血清濃度が高かった(22)。筋力と疲労の向上はどちらの群も同等であった(22)。これらの結果は、VL10%群は実施したレップ数が少ないにもかかわらず、パフォーマンスの向上が大きかったことを示している。したがって、疲労レベルを抑えて大きな適応を誘発するには、VL30%よりもVL10%を利用するべきであると考えられる(22)。しかしトレーニングプログラムでは、トレーニング初期において大きな速度低下(最大でVL40%)を利用して乳酸の蓄積を促し、疲労に対する抵抗力を高めるべきである。トレーニング後期は有意に小さな速度低下を利用して疲労の蓄積を抑制し、試合に備えるべきである。

## 結論と現場への応用

MMAは複雑で生理学的要求の高い競技である。試合が一定期間に行なわれないことと、相反する代謝要求を有することは、S&C専門職によるプログラム作成を困難にする。MMAのピリオダイゼーションに関する先行研究では、準備期において有酸素性コンディショニングと高量のレジスタンス

トレーニングに重点を置いて、線形ピリオダイゼーションモデルを利用することを推奨している。ファイトキャンプの時期は、波状ピリオダイゼーションモデルへ移行して、無酸素性コンディショニング、高強度低量の競技特異的なレジスタンストレーニングに焦点を合わせる。VBTを理解すれば、年間のマクロサイクルを通して疲労を戦略的に操作して、発揮筋力を最大化することが可能になる。VBTでは、準備期に大きな速度低下を利用して、有酸素性指向の目標達成を促すとよい。試合期は小さな速度低下を処方して無酸素性能力に目標を合わせ、疲労を抑制しつつ発揮筋力を最大化するとよい。VBTの実施は、選手の準備状態を評価して、現在における神経系の状態に応じたトレーニング負荷を割り当てることを可能にする。図2A~Cは、理論に基づいて、神経筋系の特質と有酸素性および無酸素性能力を発達させることによって、MMA選手におけるパフォーマンスの向上を目指す総合的な年間トレーニングプログラムの例である。◆

From Strength and Conditioning Journal  
Volume 45, Number 6, pages 745-753.

2022		マクロサイクルI												試合週	回復							
月		1月			2月			3月			4月											
週		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16					
日曜日		2	9	16	23	30	6	13	20	27	6	13	20	27	3	10	17					
トレーニング局面		準備期						試合期						試合期								
ブロック		一般的な準備期			特異的な準備期			ファイティング前期			ファイティング後期			テーパリング期								
エネルギー系		有酸素性						有酸素性/無酸素性						無酸素性								
コンディショニングタイプ		LSD/LIIT						サーキット/HIIT														
強度		60%/70%	70%/75%	75%/75%	80%/85%	85%/90%	85%/90%	85%/90%	90%/95%	95%/100%	100%/100%	100%/100%	100%/100%	100%/100%								
量		20:00/6:00	25:00/7:00	30:00/8:00	35:00/9:00	10:00/10:00	15:00/12:30	15:00/15:20	15:00/18:00	21:00/15:00	21:00/17:00	25:00/5:00	25:00/5:00	10:00/2:00								
運動一休息比		1:1	1:1	1:1	1:1	1:4	1:4	1:3	1:3	1:2	1:2	1:1	1:1	1:1								
%1RM																						
腹筋		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
心肺																						
筋力スピード		70%	75%	80%	85%	90%	70%	75%	80%	85%	90%	75%	80%	85%	90%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	
根拠		24	20-25	16-20	15	10	20-25	28-35	12-15	24	24	16	24	24	30%	30%	12					
パフォーマンス目標		有酸素性能力の基礎を築き、筋力とパワーの基礎を構築する。競技特異性は低い。傷害予防、動的柔軟性、体幹部の安定性を旨とする。線形ピリオダイゼーションを利用して、等尺性筋活動と伸張性筋活動に重点を置く。						力-速度曲線を右方向へ移行する。HIITのインテンターバルを短縮する。競技特異性を高め、波状ピリオダイゼーションを利用してコンプレックストレーニングを行なう。						競技特異性を最大にする。HIITセッションは36時間空けて実施する。コンディショニングのほとんどはテイクアウトトレーニングによって行なう。量を2~5%増加させる。						量を60~85%減少させる。		
戦術的トレーニング目標														フォーカス & ファイニッシュ		体力の回復						
														細部を微調整して作戦を検討する								

A

図2 (A) MMA 選手のための年間トレーニングプログラムの例  
 年間トレーニング計画は、準備期の線形ピリオダイゼーションモデルで始まる。その後、3週間の波状ピリオダイゼーションモデルへと移行する。準備期は基本的な筋力の向上を目指し、試合期は力-速度曲線を右方向へ移行する。代謝系コンディショニングの強度は、MMAに特異的な運動一休息比(1:1~1:4)を利用してマクロサイクル全体を通して直線的に増加させる。マクロサイクルIでは、平均セット速度法を利用する。  
 LIIT=低強度インターバルトレーニング、HIIT=高強度インターバルトレーニング、LSD=ロング・スロー・ディスタンストレーニング、VL=速度低下

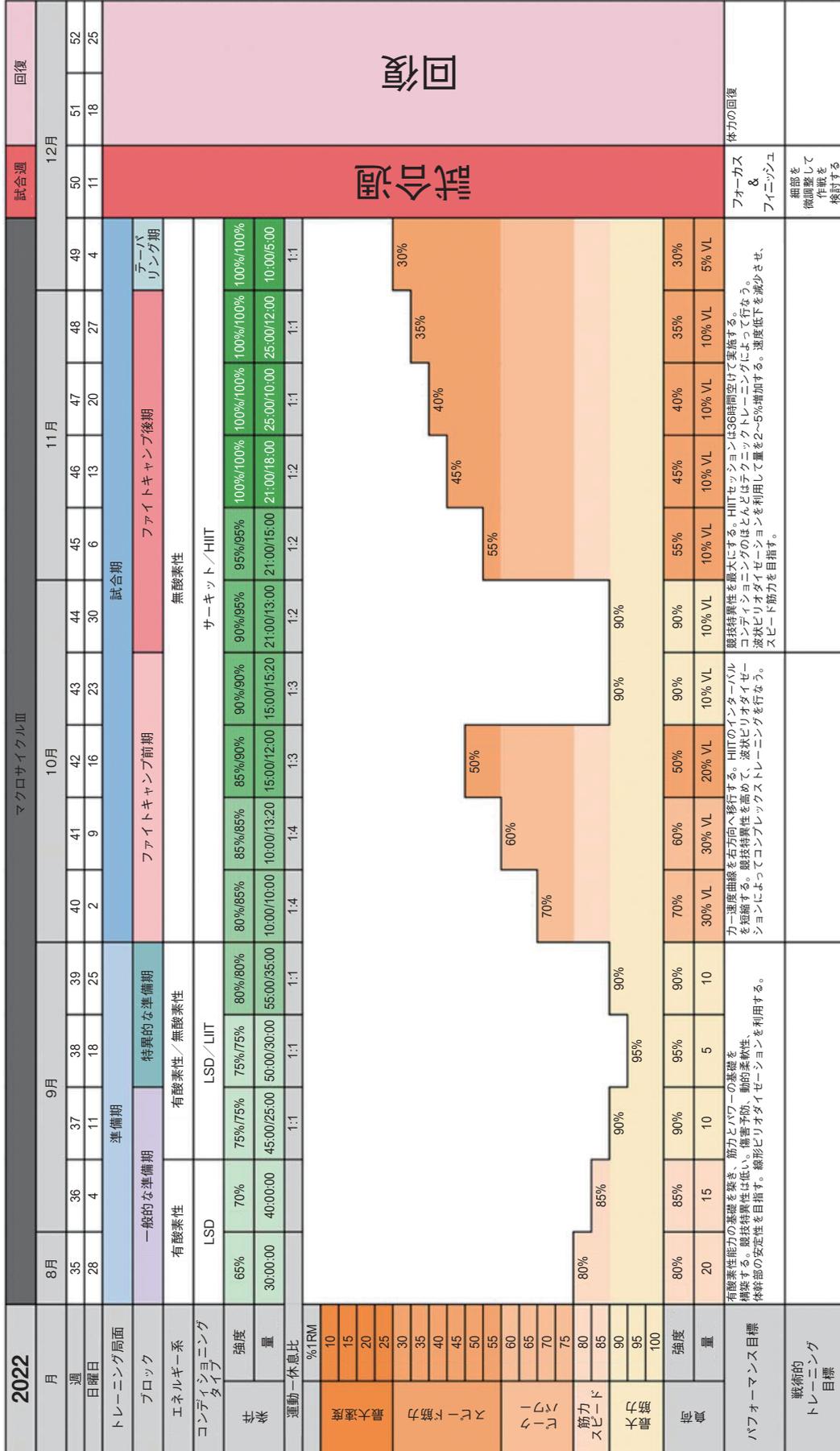
2022		マクロサイクルII												試合週	回復				
月	4月	5月			6月			7月			8月								
週	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
日曜日	24	1	8	15	22	29	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21	
トレーニング局面	準備期																		
ブロック	一般的な準備期			特異的な準備期			ファイティング前中期			ファイティング後期			ファイティング後期			アーバリング期			
エネルギー系	有酸素性			有酸素性/無酸素性			有酸素性/無酸素性			無酸素性			無酸素性						
コンディショニングタイプ	LSD			LSD/LIIT			サーキット/HIIT												
強度	60%	65%	70%	75%/75%	80%/80%	80%/80%	80%/80%	85%/90%	90%/95%	95%/95%	95%/95%	100%/100%	100%/100%	100%/100%	100%/100%				
量	25:00:00	30:00:00	35:00:00	40:00/15:00	45:00/20:00	50:00/25:00	55:00/30:00	15:00/10:40	15:00/13:20	15:45/10:00	21:00/12:00	21:00/15:00	25:00/10:00	25:00/12:00	10:00/5:00				
運動一休息比	1:1	1:4	1:4	1:4	1:4	1:4	1:4	1:3	1:3	1:2	1:2	1:2	1:1	1:1	1:1				
%TRM	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
腕	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
肩	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
背	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
足	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
心肺	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
強度	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
量	30% VL	35% VL	40% VL	40% VL	40% VL	20% VL	20% VL	20% VL	15% VL	10% VL	10% VL	10% VL	10% VL	5% VL					
パフォーマンスタラック	有酸素性能力の基礎を築き、筋力とパワーの基礎を構築する。競技特異性は低い。構想予防、動的柔軟性、体幹部の安定性を高める。線形ピリオダイゼーションを利用し速度低下を増加させる。善心性筋活動と伸張性筋活動に重点を置く。																		
パフォーマンスタラック	力-速度曲線を右方向へ移行する。競技特異性は低い。構想予防、動的柔軟性、体幹部の安定性を高める。線形ピリオダイゼーションを利用し速度低下を増加させる。善心性筋活動と伸張性筋活動に重点を置く。																		
パフォーマンスタラック	競技特異性を最大にする。HIITセッションは36時間空けて実施する。コンディショニングのほとんどはテクニクトレーニングによって行なう。波状ピリオダイゼーションを利用して重量を2~5%増加する。																		
パフォーマンスタラック	フォーカス & フィニッシュ																		
パフォーマンスタラック	細部を微調整して作業者を検討する																		

**B**

図2 (B) MMA 選手のための年間トレーニングプログラムの例

準備期は中程度の負荷から始める。大きな速度低下 (VL) を利用して有酸素性能力の基礎を築いたのち、重い負荷を最小限のVLで学上できるようにすることを目指す。ファイティング後期は、波状ピリオダイゼーションモデルを利用して高負荷低量を保つ。マクロサイクルIIは、年間トレーニングにおいて基礎的筋力ブロックであり、平均セット速度+VL閾値法を利用する。

LIIT=低強度インターバルトレーニング、HIIT=高強度インターバルトレーニング、LSD=ロング・スロー・ディスタンストレーニング、VL=速度低下



C

図2 (C) MMA選手のための年間トレーニングプログラムの例  
 準備期は平均セット速度法を利用して筋力に重点を置く。試合期は速度の直線的増加を特徴とし、平均セット速度+VL閾値法を利用する。試合後7週間を経て、2週間は筋力に重点を置いて、筋力の適応を維持する。残りのキャンプ期間は高速度でトレーニングを実施する。マクロサイクルⅢの目標は、新たに達成された高速度の筋力適応を發揮して、年間トレーニングの最後にパフォーマンスのピークを誘発することである。

LIIT=低強度インターバルトレーニング、HIIT=高強度インターバルトレーニング、LSD=ロング・スロー・ディスタンストレーニング、VL=速度低下

## REFERENCES

1. Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, et al. Neural inhibition during maximal eccentric and concentric quadriceps contraction: Effects of resistance training. *J Appl Physiol* 89: 2249–2257, 2000.
2. Adams GR, Harris RT, Woodard D, Dudley GA. Mapping of electrical muscle stimulation using MRI. *J Appl Physiol* 74: 532–537, 1993.
3. Amtmann J, Berry S. Strength and conditioning for reality fighting. *Strength Cond J* 25: 67–72, 2003.
4. Barnett A. Using recovery modalities between training sessions in elite athletes. *Sports Med* 36: 781–796, 2006.
5. Benavides-Ubric A, Díez-Fernández DM, Rodríguez- Pérez MA, Ortega-Becerra M, Pareja-Blanco F. Analysis of the load-velocity relationship in deadlift exercise. *J Sports Sci Med* 19: 452–459, 2020.
6. Bodden JG, Needham RA, Chockalingam N. The effect of an intervention program on functional movement screen test scores in mixed martial arts athlete's. *J Strength Cond Res* 29: 219–225, 2015.
7. Bounty PL, Campbell BI, Galvan E, Cooke M, Antonio J. Strength and conditioning considerations for mixed martial arts. *Strength Cond J* 33: 56–67, 2011.
8. Burtch AR, Ogle BT, Sims PA, et al. Controlled frequency breathing reduces inspiratory muscle fatigue. *J Strength Cond Res* 31: 1273–1281, 2017.
9. Dettmers C, Ridding MC, Stephan KM, et al. Comparison of regional cerebral blood flow with transcranial magnetic stimulation at different forces. *J Appl Physiol* 81: 596–603, 1996.
10. Farina D, Negro F, Dideriksen JL. The effective neural drive to muscles is the common synaptic input to motor neurons: Effective neural drive to muscles. *J Physiol* 592: 3427–3441, 2014.
11. Garnacho-Castaño MV, Muñoz-González A, Garnacho-Castaño MA, Maté-Muñoz JL. Power and velocity-load relationships to improve resistance exercise performance. *Proc Inst Mech Eng P J Sports Eng Technol* 232: 349–359, 2018.
12. Haff GG, Triplett NT. Adaptations to anaerobic training programs. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning* (4th ed). French D, ed. Champaign, IL: National Strength and Conditioning Association, 2016, pp. 88–92.
13. Jahan I, Begum M, Akhter S, et al. Effects of alternate nostril breathing exercise on cardiorespiratory functions in healthy young adults. *Ann Afr Med* 20: 69–77, 2021.
14. James LP, Haff GGG, Kelly VG, Beckman EM. Towards a determination of the physiological characteristics distinguishing successful mixed martial arts athletes: A systematic review of combat sport literature. *Sports Med* 46: 1525–1551, 2016.
15. James LP, Kelly VG, Beckman EM. Periodization for mixed martial arts. *Strength Cond J* 35: 34–45, 2013.
16. Kiesel K, Plisky PJ, Voight ML. Can serious injury in professional football be predicted by a preseason functional movement screen? *N Am J Sports Phys Ther* 2: 147–158, 2007.
17. Lavin KM, Guenette JA, Smoliga JM, Zavorsky GS. Controlled-frequency breath swimming improves swimming performance and running economy. *Scand J Med Sci Sports* 25: 16–24, 2013.
18. Mikeska JD. A 12-week metabolic conditioning program for a mixed martial artist. *Strength Cond J* 36: 61–67, 2014.
19. Nardone A, Romano C, Schieppati M. Selective recruitment of high-threshold human motor units during voluntary isotonic lengthening of active muscles. *J Physiol* 409: 451–471, 1989.
20. Peacock CA, Sanders GJ, Antonio J, Silver TA. The reporting of a multifaceted mixed martial arts strength and conditioning program. *J Exerc Physiol Online* 21: 86–90, 2018.
21. Pensini M, Martin A, Maffiuletti NA. Central versus peripheral adaptations following eccentric resistance training. *Int J Sports Med* 23: 567–574, 2002.
22. Rodríguez-Rosell D, Yáñez-García JM, Mora- Custodio R, et al. Velocity-based resistance training: Impact of velocity loss in the set on neuromuscular performance and hormonal response. *Appl Physiol Nutr Metab* 45: 817–828, 2020.
23. Ruddock A, James L, French D, et al. High-intensity conditioning for combat athletes: Practical recommendations. *Appl Sci* 11: 10658, 2021.
24. Sale DG. Influence of exercise and training on motor unit activation. *Exerc Sport Sci Rev* 15: 95–151, 1987.
25. Sánchez-Medina L, Pallarés JG, Pérez CE, Morán-Navarro R, González-Badillo JJ. Estimation of relative load from bar velocity in the full back squat exercise. *Sports Med Int Open* 1: E80–E88, 2017.
26. Saravanan PSL, Anu S, Vairapraveena R, Rajalakshmi Preethi G. Impact of alternate nostril breathing exercises on vascular parameters in hypertensive patients—An interventional study. *Natl J Physiol Pharm Pharmacol* 9: 1, 2019.
27. Spitz RW, Gonzalez AM, Ghigiarelli JJ, Sell KM, Mangine GT. Load-velocity relationships of the back vs. front squat exercises in resistance-trained men. *J Strength Cond Res* 33: 301–306, 2019.
28. Tack C. Evidence-based guidelines for strength and conditioning in mixed martial arts. *Strength Cond J* 35: 79–92, 2013.
29. UFC Performance Institute. A cross-sectional performance analysis and projection of the UFC athlete, 2018. Available at: [https://media.ufc.tv/ufcpi/UFcPI\\_Book\\_2018.pdf](https://media.ufc.tv/ufcpi/UFcPI_Book_2018.pdf). Accessed: April 30, 2022.
30. Weakley J, Mann B, Banyard H, et al. Velocity- based training: From theory to application. *Strength Cond J* 43: 31–49, 2021.

### 著者紹介



**Francis J. Huldi :**

スポーツパフォーマンス専門のストレングス & コンディショニングコーチであり、Beyond Performance LLC の設立者。



**Craig J. Cisar :**

San Jose State University の運動学部における運動生理学教授。