

W-upに関する Review

株式会社 M's AT project

試合や練習など、目的としている主運動に対して、事前に心身の準備をすることはウォーミングアップ（以下 W-up）と言われており、その認知度は高くなっている。

W-up は、競技スポーツ選手のみならず、スポーツを楽しむ者にとっても、スポーツ外傷・障害の予防の観点から大変重要なものである。

【W-up を行う目的】

形本によると¹⁾、W-up の目的として以下の項目が挙げられている

- ①競技成績の向上
- ②傷害予防

※なお、W-up の過程で徐々に精神的集中度を高め、主運動に対する心理的準備が整えられることも、W-up を実施する目的の 1 つとして挙げられている。

【W-up の方法】

W-up の方法は、アクティブ（身体的）W-up とパッシブ（受動的）W-up の 2 つに大きく分類することが出来る。

①アクティブ W-up

アクティブ W-up とは、実際に身体活動を伴う W-up のことであり、体温や筋温を上昇させることが大きな目的である。さらに、それぞれの競技動作を円滑に遂行するためにも、アクティブ W-up は、さらに一般的 W-up と専門的 W-up に分類することが出来る。

一般的 W-up は、各競技における有酸素系の基本運動（ジョギングや水泳など）やストレッチングのことである。つまり、筋温と体温を上昇させ、柔軟性を高めることが目的となる。

専門的 W-up は、各競技の競技特性を考慮して、主運動の円滑な動作を遂行させるために同じような運動を行う W-up のことである。例えば、野球であればキャッチボールやバッティングなど、サッカーであればボールキックなどのことである。

②パッシブ W-up

パッシブ W-up とは、身体活動を伴わずに、単に筋温や体温の上昇だけを目的とした W-up のことである。例えば、温水浴やホットパック、マッサージ、超音波などがこれに当たる。

実際の W-up を考えると多くの場合、一般的 W-up が行われている。

その場合、運動を伴うことになるが、運動を行うと筋収縮が起こる。筋のエネルギー効率はわずか 20% であり、残りの 80% が熱に変換されるため²⁾、筋収縮に伴い、熱が発生する。

筋で発生した熱は、筋温を上昇させ、血液などの組織を通じて移動した結果、体温が上昇することになる。

W-up を考える場合、この筋温の上昇が重要となる。

今回は、筋温が上昇することで、パフォーマンスにどのような影響を及ぼすか、研究報告をまとめる。

【筋温とパフォーマンス】

現在までに W-up に関する研究は数多く行われている。そのうち、W-up によりパフォーマンスが向上したと報告している研究の共通点は、W-up と筋温や体温の関連性について報告している。Asmussen ら³⁾の筋温とパフォーマンスの関係を調べた研究によると、W-up の実施によって筋温は徐々に上昇し、筋温が安定してくるまでパフォーマンスは向上したと報告している (図 1)。

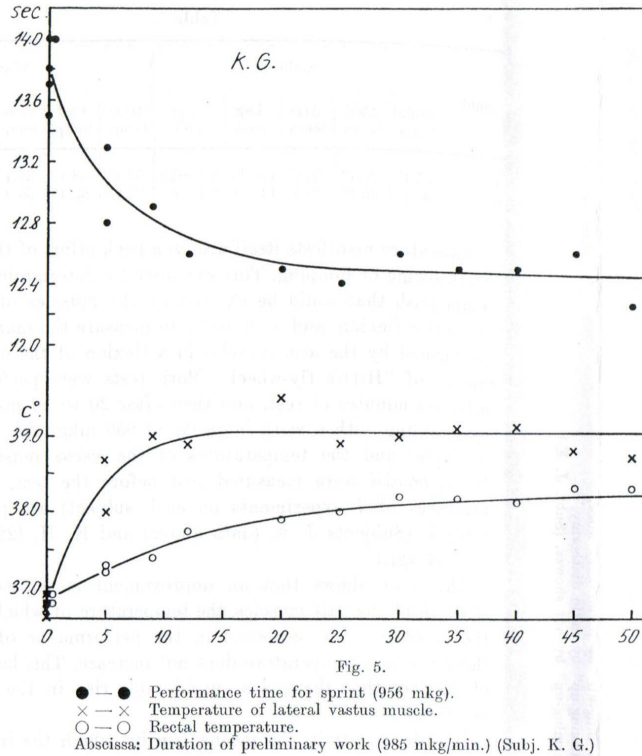


図 1 ● : パフォーマンスタイム × : 外側広筋温 ○ : 直腸温

実際に、その他の研究でも筋温の上昇とパフォーマンスの関係は検証されており、自転車ペダリングパワーや自転車ペダリングを疲労困憊まで行った際の時間、スプリントタイム、垂直跳びなどの多くのパフォーマンスで筋温の上昇がパフォーマンスに有益な影響を及ぼすことが明らかとなっている⁴⁾。

反対に、筋温が低下することでパフォーマンスが低下したと報告している研究もいくつかみられる。

例えば、筋温が 1°C 低下することで、Wingate anaerobic power test は 4% 低下したという報告⁵⁾や、サッカーのハーフタイムに安静を保った場合、筋温は 1.5~2.0°C 低下し、その後のスプリントタイムは低下したという報告⁶⁾がみられる。

しかしながら、筋温が高ければ高いほどパフォーマンスが向上するというわけでもなさそうである。先行研究から、特に短時間の運動パフォーマンスが最も高く発揮出来る筋温は、38~39 度付近だと考えられている⁷⁾。ただし、マラソンなどの長時間の運動においては、主運動前に筋温や体温を過度に上昇することで、高体温によるパフォーマンスの低下が生じる恐れがあるため、全ての競技にとって最適な筋温はないのではないかと考えている。

【生理的効果】

W-up において、筋温や体温を上昇させることが必要だということは明らかである。筋温や体温を上昇させることで以下のような生理的効果が生じ、パフォーマンスに有益な効果を及ぼすと考えられている。

①筋の粘性低下

筋温が上昇することで、筋の粘性抵抗が減少することが報告されている⁸⁾。筋の粘性抵抗が低下するという事は、筋が収縮する際の抵抗が小さくなるため、スムーズな筋発揮につながる。また、筋の粘性抵抗の低下はストレッチング効果にも良い影響を及ぼすと考えられる。

②神経系機能の亢進

筋温や体温が上昇することで、神経機能が亢進することが報告されている⁹⁾。これによって、脳が指令してから筋肉が収縮するまでの時間が短縮されるということである。

③活動筋に対する酸素供給の増加

肺から血液中に取り込まれた酸素は、ヘモグロビンと結合して各組織へ輸送されるが、体温が上昇することで、酸素がヘモグロビンから解離されやすくなる。つまり、各組織で酸素を使いやすくなるのである。

【W-up の持続時間】

これらの生理的効果によって、W-up による筋温上昇は主運動に有益な効果を生み出すと考えられている。

しかしながら、W-up から主運動までに時間が空くことで、これらの W-up 効果は消失してしまう。

W-up 効果の持続時間については、次のように報告されている。

筋温上昇効果：45~90 分 (Muido,1946)

中枢神経系：30~45 分 (中原ら, 1964)

呼吸循環系：5~10 分 (De Bruyn-Prevost,1980)

これらの W-up 効果を消失させない為にも、W-up 終了から主運動までの間に軽いジョギングや短いダッシュを実施するなどして、効果を消失させないような工夫が必要となる。

しかしながら、球技系種目などの競技ではハーフタイムなどの休息時間が設けられており、このような休息時間にも筋温が低下し、それに伴い後半戦序盤のスプリントパフォーマンスが低下したとの報告もみられる⁶⁾。

そして、ハーフタイム中に低強度のジョギングを行うことで、筋温の低下が抑えられ、後半戦序盤のスプリントパフォーマンスの低下も生じなかったと報告されている⁶⁾ (図 2)。

これが、いわゆるリウォーミングアップと言われているものであり、その重要性は高いと考える。

実際に、ジョギングなどの運動が難しいようであれば、服装や空調などの工夫によって筋温・体温の低下を可能な限り防ぐことも重要だと考えられる。

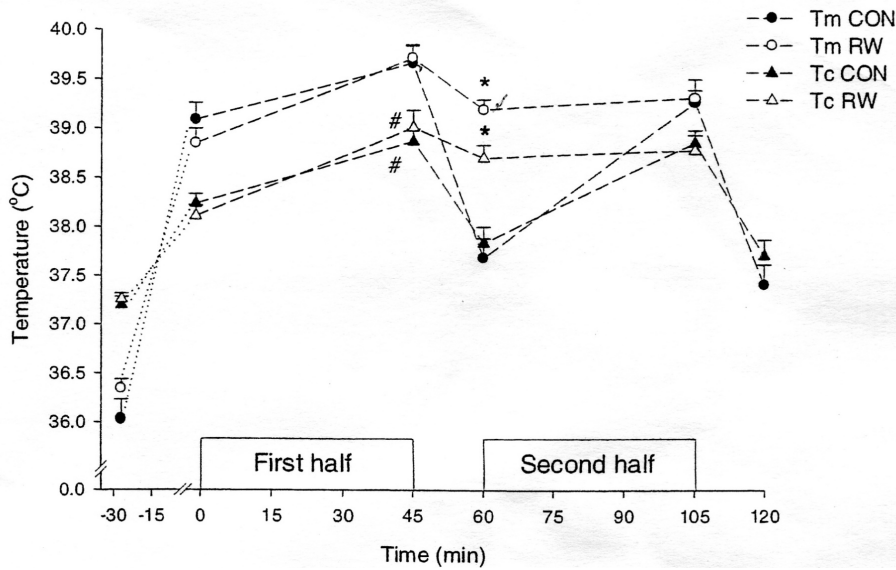


図2 サッカーの試合中における筋温の変動

●：ハーフタイムに何もしない群

○：ハーフタイムにジョギングを行った群

【環境の違いにおける W-up の方法】

なお、筋温や体温の上昇に影響を与える因子として、環境が挙げられる。気温の異なる環境下における、W-up 強度と時間の関係について瀧澤らによると¹⁰⁾、寒冷環境では低強度で長時間、暑熱環境では中強度で短時間の W-up が最適であると報告している (表 1)。

	12°C			24°C			36°C		
	低強度	中強度	高強度	低強度	中強度	高強度	低強度	中強度	高強度
5分	×	×	×	×	×	×	×	×	×
15分	×	◎	△	×	○	◎	×	◎	○
30分	◎	○	×	△	◎	×	△	○	×

◎: 効果的である ○: やや効果がある △: 効果が疑わしい ×: あまり効果がない

表1 各環境下におけるウォーミングアップ強度・時間と短時間パフォーマンス

W-up はベストパフォーマンスを発揮するために必要不可欠なものだと考えている。

その W-up の中でもキーワードとなるのが、「筋温を上昇させ」、「温度を維持すること」である。そのためには、選手をサポートする立場にある我々が、環境や選手のチームにおける立場、その日のコンディションなどが関わってくることも念頭に置いて W-up を実施するべきだと考えている。

【参考文献】

- 1) 形本静夫：ウォーミングアップの生理学. *Jpn. J. Sports Sci.*7(10) : 620-627, 1988 .
- 2) 平田耕造ら：体温—運動時の体温調節システムとそれを修飾する要因. *NAP*, 2002.
- 3) Asmussen E. et al.:Body temperature and capacity for work. *Acta Physiol Scand.*10.1-22,1945.
- 4) David Bishop : Warm up II - Performance changes following active warm up and how to structure the warm up - . *Sports Med*,(2003),33(7),483-498
- 5) Crowley GC,Garg A,Lohn MS,Van Someren N,Wade AJ : Effects of cooling the legs on performance in a standard Wingate anaerobic power test.*Br J Sports Med*,(1991),25(4),200-203
- 6) Mohr et al. : Muscle temperature and sprint performance during soccer matches—beneficial effect of re-warm-up at half time. *Scand J Med Sci Sports.*14(3):156-162, 2004.
- 7) 高澤元ほか：常温環境下におけるウインゲートアネロビックテスト前の至適ウォーミングアップについて. *日本運動生理学雑誌* 9(2) : 77-84, 2002.
- 8) Wright V,Johns RJ : Quantitative and qualitative analysis of joint stiffness in normal subjects and in patients with connective tissue disease.*Ann Rheum Dis*,(1961),20,36-46
- 9) 瀧澤一騎,石井好二郎ら：有酸素運動時のウォーミングアップによる神経—筋機能亢進とパフォーマンス改善効果. *体力科学*,(2002),51(6),560
- 10) 瀧澤一騎ほか：競技パフォーマンスを上げるためのウォームアップの科学—しっかり走って温めるべき！—. ベースボールマガジン社, *コーチングクリニック* 19(1) : 6-9, 2004.