

水の物理的特性と水中運動

川崎医療福祉大学・健康体育学科

小野寺 昇, 宮地 元彦, 矢野 博己

はじめに：水中において生体は、水の持つ物理的特性の影響を受け、陸上とは異なる生理的反応を示す。浸水時の陰圧呼吸、胸腔内血流量増加そして血液希釈は著名な反応である。これまで水中運動時の酸素摂取量、心拍数、呼吸商、体温等が測定され、歩行速度、水深、水温とそれらの関係も明らかになっている。しかしながら、水の物理的特性を活用した水中運動に関する運動処方資料は、ほとんどみあたらない。我々は、水の物理的特性である粘性や浮力を段階的に変化させたときの、エネルギー代謝量の変化について検討し続けている。これまでに得られた資料に基づく知見を水中の運動処方に活用したい。

浮力をあげることなく粘性を高めた水を用い、水中歩行運動時の酸素摂取量と心拍数から粘性が持つ負荷強度について検討した。トレッドミル条件、水中トレッドミル条件、水中トレッドミル+粘性条件を設定した。歩速は、 $4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 、水温 30°C 、水位は大転子とした。粘性は、カルボキシルメチルセルロース（CMC）を用い、1%水溶液とした。粘性は470cps（ 20°C ）とした。粘性を高めた水中での酸素摂取量と心拍数は、2条件よりも有意に高い値を示した。このことは、水の粘性抵抗の違いも、水温、水位、歩速等と同じ様に循環器応答やエネルギー代謝に影響を及ぼすことが示唆された。

同様の水を用い、粘性を高めた水中における水位の違いが水中歩行時のエネルギー代謝量に及ぼす影響を明らかにした。粘性・膝条件、粘性・腰条件、

粘性（一）・膝条件、粘性（一）・腰条件、トレッドミル条件（Air）を設定した。トレッドミル条件と他の4条件における酸素摂取量を、粘性と水位を因子とする二元配置分散分析法で処理し、有意性を得た。このことから水位と粘性の違いが、エネルギー代謝量に有意な影響を与えることが明らかになり、運動処方への活用が期待できる。

実際に運動処方として運用するために粘性抵抗と歩行速度を段階的に変化させ、それぞれの変化が負荷強度設定の変化量として妥当であるかを明らかにした。粘性抵抗を0%、1%、2%CMCとし、歩速を3、4、 $5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ とした。水温 30°C 、水位は大転子とした。酸素摂取量は、歩行速度の増加に対して、指数関数的に増大し、分散分析において有意な差をみた。一方心拍数は、増加するが有意な変化ではなかった。水の粘性抵抗を段階的に変化させることで有意な差のある負荷強度が設定可能であることが明らかになった。しかしながら、心拍数から見積もったとき陸上運動とは異なる点に配慮したい。

これら一連の結果は、水中運動における粘性の負荷要因としての有効性を示唆する。粘性水では、浮力を活用し、体重という重力方向の負荷を減じ、かつ段階的に進行方向だけの負荷を随意に変化させることが可能である。我々は、肥満、高血圧、スポーツ傷害に有用な低負荷強度で、しかも有意な差でコントロールできる物理的特性を活用し、水中運動を実践したい。