

一般演題4-4 高圧環境下における最大筋力発揮時の両側性機能低下

岩川孝志

海上自衛隊潜水医学実験隊

【背景】

片側の体肢の筋を単独で活動させた場合と比較し、両側の体肢の同名筋を左右同様に活動させた場合、最大筋力の低下や反応時間の遅延が生じる両側性機能低下 (Bilateral deficit) という現象が生じることが報告されている^{1, 2)}。これまで高圧環境において最大筋力が低下することが報告されているが^{3~5)}、いずれの場合も片側の体肢を用いて筋力測定が実施されており、高圧環境において両側同時に筋力発揮した場合、常圧環境と同じように最大筋力が低下して両側性機能低下が生じるのか否かについては、筆者の知る限りこれまで報告がみられない。そこで本研究は、常圧環境と高圧環境において、片側および両側の体肢を用いた最大筋力発揮を行わせて比較することにより、高圧環境においても最大筋力発揮時の両側性機能低下が生じるか否か、また生じた場合は両環境でその大きさが異なるのか否かについても検証することを目的とした。

【方法】

成人男性9名 (全例右利き) を対象として、常圧空気下 (1ATA-Air) および45気圧の高圧ヘリウム-酸素環境下 (45ATA-HeO₂; 酸素分圧=0.4~0.5気圧) において、最大努力での握力発揮を1. 右手のみ (UR), 2. 左手のみ (UL), 3. 両手 (右手[BR]+左手[BL]) の3条件で2回ずつ行わせた。1つの条件で2回行われた筋力発揮中に記録された最大値2つを平均し、その条件での最大筋力とした。両環境における両側性機能低下の大きさを比較するため、Bilateral index (BI) を以下の計算式を用いて算出した。

$$BI (AU) = (BR + BL) / (UR + UL)$$

【結果】

1ATA-Airおよび45ATA-HeO₂の両環境において、片手で発揮した右および左の筋力値はいずれも両手で発揮した筋力値よりも有意に低値を示していた (すなわち、1ATA-Airおよび45ATA-HeO₂ともに BR<UR, BL<ULであった。いずれもp<0.05)。また、BIは1ATA-Airで0.96±0.01, 45ATA-HeO₂で0.91±0.03であり (いずれも平均値±SE), 両者を比較すると45ATA-HeO₂で有意に低値を示した (p<0.05)。

【考察】

先行研究と同様に1ATA-Airにおいて片手で発揮し

た右および左の筋力値はいずれも両手で発揮した筋力値よりも低値を示していたことは、両側の体肢を活動させた場合、片側の体肢を単独で活動させた場合よりも最大筋力が低下し、両側性機能低下が生じることを示している。また、45ATA-HeO₂においても同様の結果が観察されたことは、高圧環境下においても最大筋力発揮時に両側性機能低下が生じることを示唆するものである。

本研究では通常圧下と高圧環境下において両側性機能低下の大きさが異なるか否かを検証するために、BIを算出した。このBIは1より小さくなると両側性機能低下が生じていることを意味し、そしてその値が小さくなるほど両側性機能低下がより大きく生じていることを示すものである。従って、45ATA-HeO₂において1ATA-AirよりもBIが低値を示していたことは、高圧環境下において最大筋力発揮時の両側性機能低下は大気圧下よりも大きくなることを示唆するものである。

両側性機能低下が生じる要因として、両側肢を同時に働かせることにより注意が分散すること⁶⁾や、中枢神経系 (大脳皮質レベル⁷⁾、脊髄レベル⁸⁾の抑制が生じることなどが報告されている。高圧環境において両側性機能低下が大きくなることは、これらの要因のいずれかが高圧暴露により強く作用することによるものと予想される。

参考文献

- 1) Henry F, et al.: Simultaneous vs. separate bilateral muscular contractions in relation to neural overflow theory and neuromotor specificity. *Res Quarterly Am Assoc Heal Phys Educ Recreat* 1961; 32: 42-47.
- 2) Keer M, et al.: Cerebral dominance in reaction time responses. *Brit J Psychol* 1963; 54: 325-336.
- 3) Fontanari P, et al.: Changes in maximal performance of inspiratory and skeletal muscles during and after the 7.1-MPa Hydra 10 record human dive. *Eur J Appl Physiol* 2000; 81: 325-328.
- 4) Bhem D, et al.: Effects of hyperbaric (6ATA) pressure on voluntary and evoked skeletal muscle contractile properties. *Undersea Hyperbaric Med* 2003; 30: 103-115.
- 5) 岩川孝志 他: 高気圧環境下における瞬発的筋力発揮機能について 潜水医学実験隊報告 2006; 22: 1-5.
- 6) Takebayashi H, et al.: Interaction interference between arm and leg: Division of attention through muscle force regulation. *Hum Mov Sci* 2009; 28: 752-759.
- 7) Oda S, et al.: Movement-related cortical potentials during handgrip contractions with special reference to force and electromyogram bilateral deficit. *Eur J Appl Physiol* 1995; 72: 1-5.
- 8) Kawakami Y, Sale D, MacDougall J, Moroz J: Bilateral deficit in plantar flexion: relation to knee joint position, muscle activation, and reflex excitability. *Eur J Appl Physiol* 1998; 77: 212-216.