

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 4 日現在

機関番号：32616

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25560376

研究課題名(和文) 潜水反射に伴う徐脈は循環器系疾患のリスク指標になり得るのか？

研究課題名(英文) Is bradycardia with diving reflex cardiovascular risk index?

研究代表者

河野 寛 (KAWANO, Hiroshi)

国土館大学・文学部・講師

研究者番号：40508256

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は第一に、顔面を冷水に漬ける潜水反射に伴う徐脈について、概日リズムが存在するかどうかを検討した。その結果、朝に心拍数が低値を示したことから、潜水反射に伴う徐脈は概日リズムの影響を受けると考えられる。このことは、潜水反射試験を実施する際には、時間帯を考慮して実施すべきであることを示唆している。

次に、潜水反射に伴う徐脈に年齢が影響するかどうかを検討した。その結果、若年者と比較して高齢者で潜水反射徐脈が鈍いことが明らかとなった。このことから、潜水反射試験は年齢の影響を受けることがわかる。したがって、潜水反射試験は循環器疾患のリスク指標になるかもしれない。

研究成果の概要(英文)：First, we determined whether there is circadian rhythm for bradycardia with diving reflex. Our study found lower heart rate to diving reflex in morning than that in daytime and early-evening, suggesting that it is necessary to consider circadian rhythm when performing diving reflex.

Second, we determined effect of aging on bradycardia with diving reflex. The results of the present study indicated that bradycardia with diving reflex in older was lower compared with that in young men. That is, diving reflex bradycardia is affected by aging. Therefore, this suggests that diving reflex bradycardia may be cardiovascular risk index.

研究分野：運動生理学

キーワード：潜水反射徐脈 循環器系疾患リスク 加齢

1. 研究開始当初の背景

自律神経活動は人の生命活動の維持において重要な役割を果たしており、交感神経の過度な緊張や副交感神経の減弱が循環器系疾患や加齢と関係するとされている。(Thayer JF and Lane RD, 2007)。自律神経活動の評価には、侵襲的な方法として筋交感神経活動や採血によるカテコラミン濃度の評価、非侵襲的な方法として心拍変動解析などがあるが、いずれの方法も被測定者にとって痛みや時間的負担が生じ、機材などのコスト面でも施設の負担は大きいと考えられる。すなわち、循環器系疾患や加齢を取り扱う臨床および研究現場において、簡便に自律神経活動を評価する方法の確立は可及的課題と言える。

ヒトは顔面を冷却し、止息することで、大きな徐脈を引き起こす。この徐脈が大きいと、脳血流が低下し、意識の低下を引き起こすことがある。そのため、スキューバダイバーは、潜水実施前に冷水中に顔を浸ける潜水反射試験によってスクリーニングを行っている。一方で、この潜水反射試験は、徐脈を引き起こすことから、副交感神経活動を反映するとされている。我々は、この潜水反射試験がおおよそ30秒程度で終わる点に着眼した。もしこの簡便な副交感神経活動の指標が循環器系疾患リスクと関係するのであれば、大人数を対象にした臨床現場や研究フィールドに応用できると考えた。

2. 研究の目的

第一の目的は潜水反射徐脈の至適条件を明らかにすること、第二の目的は潜水反射徐脈と循環器疾患リスクとの関係を明らかにすることであった。

3. 研究の方法

課題：潜水反射徐脈の至適条件の検討

若年男性11名(平均年齢27.2歳±1.8歳、身長172.7±6.2cm、体重67.1±5.1kg)を対象に、潜水反射試験および体温、心拍変動、脈波伝播速度の測定を朝(9:00)昼(13:00)、夕方(17:00)に実施した。潜水反射試験では、対象者に5以下の水に止息した状態で顔面浸水させ、安静時および顔面浸水中の心電図を記録した。顔面浸水の時間は30秒および最大努力の息苦しきまでの2種類とした。潜水反射試験で得られたR-R間隔から徐脈反応として最長R-R間隔を求めた。なお、条件の統制のため全日の夕食、当日の朝食および昼食は規定食を摂取してもらった。朝、昼、夕方の比較には一元配置分散分析を用いた。

課題：潜水反射徐脈と循環器疾患リスクとの関係

対象は、若年男性31名および高齢男性11名であった。潜水反射試験では、対象者に5以下の水に止息した状態で顔面浸水させ、安静時および顔面浸水中の心電図を記録した。

潜水反射試験で得られたR-R間隔から徐脈反応として最長R-R間隔を求めた。その他の測定項目は、血圧、脈波伝播速度、心拍変動(lnHF)であった。

4. 研究成果

課題：潜水反射徐脈の至適条件の検討

最大努力の息苦しきまで続けた潜水反射試験では、朝の最長R-R間隔(1649.6±576.8ms)は昼(1450.0±462.9ms)および夕方(1502.6±532.9ms)と比較して有意に高値を示し、昼と夕方には差は認められなかった。30秒の潜水反射試験では時間帯による差は認められなかった。朝の体温および心拍数は昼および夕方と比較して有意に低値を示し、昼と夕方には差は認められなかった。心拍変動、血圧、脈波伝播速度には時間帯による差は認められなかった。

以上の結果より、体温および心拍数が朝にて位置を示したことから、本研究の対象者は正常な概日リズムを持つと考えられる、また最長R-R間隔が朝に高値を示したことから、潜水反射に伴う徐脈は概日リズムの影響を受けると考えられ、潜水反射試験は時間帯を考慮して実施すべきであると推察される。

課題：潜水反射徐脈と循環器疾患リスクとの関係

収縮期血圧、拡張期血圧、平均血圧、および脈波伝播速度は、若年者と比較して高齢者で有意に高値を示した(すべて $P<0.0001$)。lnHFは、若年者と比較して高齢者で有意に位置を示した($P<0.05$)。二元配置の分散分析の結果は、潜水反射におけるR-R間隔は、有意な交互作用を認められた($P<0.01$)。若年者と比較して高齢者は、潜水反射前の平均R-R間隔が有意に高く(874 vs 975ms, $P<0.05$)、潜水反射中の最長R-R間隔および潜水反射後の平均R-R間隔に有意差は認められなかった。しかしながら、潜水反射中の最長R-R間隔については、若年者の方が高い傾向にあった($P=0.0607$)。潜水反射による徐脈率は、若年者と比較して高齢者で有意に低値を示した(193 vs 128%, $P<0.01$)。

これまでの多くの研究が報告しているように、本研究の被験者でも加齢に伴って血圧や動脈硬化度が上昇し、副交感神経活動レベルは低下していた。このような一般的な被験者において、潜水反射試験による徐脈を評価した結果、加齢に伴い徐脈反応性が鈍っていることが明らかとなった。このことから、潜水反射試験が強い副交感神経刺激を与えていることがわかる。さらに、潜水反射による徐脈は、副交感神経活動を心拍変動解析よりも簡便に評価する方法として有効かもしれない。

まとめとして、本研究では潜水反射試験の方法論において、測定的时间帯を考慮する必要があり、午前中に実施することが妥当であるとの結論を導いた。さらに、その潜水反射

試験による徐脈反応が加齢の影響を受けることを初めて明らかにした。この結果は、他の循環器系疾患リスクである血圧や脈波伝播速度と同じ傾向を示したことから、潜水反射試験もまた循環器系疾患リスクの指標である可能性が示唆される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 15 件)

Kawano H. Arterial wall elasticity and various physical activities. *Kokushikan Journal of the Humanities*. Vol.46, pp.29-51. 2014.

Onodera S, Yoshioka A, Nishimura K, Kawano H., Ono K, Matsui T, Ogita F, Hara H. Water exercise and health promotion. *Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*. Vol.2(4), pp.401-7. 2013.

Kawano H., Yamamoto K, Gando Y., Tanimoto M, Murakami H, Ohmori Y, Sanada K, Tabata I, Higuchi H, Miyachi M. Lack of Age-Related Increase in Carotid Artery Wall Viscosity in Cardiorespiratory Fit Men. *Journal of Hypertension*. Vol.31(12), pp.2370-9. 2013.

Konishi M., Takahashi M, Endo N, Numao S, Takagi S, Miyashita M, Midorikawa T, Suzuki K, Sakamoto S. Effects of sleep deprivation on autonomic and endocrine functions throughout the day and on exercise tolerance in the evening. *Journal of Sports Sciences*. Vol.31, pp.248-55. 2013.

Konishi M., Takahashi M, Endo N, Numao S, Takagi S, Miyashita M, Midorikawa T, Suzuki K, Sakamoto S. Effects of one night of sleep deprivation on maximal fat oxidation during graded exercise. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*. Vol.2, pp.121-6, 2013.

[学会発表](計 32 件)

河野寛, 丸藤祐子, 村上晴香, 宮地元彦. トレーニング様式の違いが中心動脈壁の粘性に及ぼす影響. 第 22 回日本運動生理学会大会. 川崎医療福祉大学(岡山県) 2014.

Konishi M., Kim H-K, Ando K, Tabata H, Nishimaki M, Xiang M, Sakamoto S. A correlation between bradycardia during cold face test and heart rate recovery immediately after exercise. 19th Annual Congress of the European

College of Sport Science, The Netherlands, Amsterdam, 2014.

Kawano H., Yamamoto K, Gando Y., Tanimoto M, Murakami H, Ohmori Y, Sanada K, Tabata I, Higuchi M, Miyachi M. Arterial Wall Viscosity Is Associated With Cardiorespiratory Fitness Independently Of Aging. 61st Annual Meeting of the American College of Sports Medicine, Orlando, Florida USA. 2014.

河野寛, 山元健太, 丸藤祐子, 村上晴香, 真田樹義, 樋口満, 宮地元彦. 加齢に伴う動脈壁の粘性増加は高心肺体力によって抑制される. 第 68 回日本体力医学会大会. 東京教育会館(東京都) 2013.

Gando Y., Yamamoto K, Kawano H., Hara R, Muraoka I. Influence of Sex on Stretching Exercise-induced Reduction in Arterial Stiffness. 18th Annual Congress of the European College of Sport Science, Barcelona, Spain. 2013.

Kawano H., Gando Y., Asaka M, Ise R, Higuchi M. Greater Viscosity and Smaller Elasticity of Central Artery in Resistance-trained Young Men. 18th Annual Congress of the European College of Sport Science, Barcelona, Spain. 2013.

Konishi M., Kawano H., Gando Y., Matsuda M, Sakamoto S., Higuchi M. Bradycardia during Cold Face Test and Cardiovascular Disease Risk Factors in Swimmers and Controls 18th Annual Congress of the European College of Sport Science, Barcelona, Spain. 2013.

Konishi M., Kawano H., Gando Y., Matsuda M, Sakamoto S, Higuchi M. Bradycardia during cold face test and cardiovascular disease risk factors in swimmers and controls. 18th Annual Congress of the European College of Sport Science, Barcelona, Spain. 2013.

6. 研究組織

(1)研究代表者

河野 寛 (Kawano Hiroshi)

国士館大学 文学部 講師

研究者番号: 40508256

(2)連携研究者

坂本 静男 (Sakamoto Shizuo)

早稲田大学 スポーツ科学部 教授

研究者番号: 00266032

丸藤 祐子 (Gando Yuko)

独立行政法人 国立健康・栄養研究所 健

康増進研究部 研究員
研究者番号： 60613932

小西 真幸 (Konishi Masayuki)
早稲田大学 スポーツ科学部 助教
研究者番号： 10711187