

【第51回学術総会シンポジウム：ダイバーの健康診断】

呼吸器科領域から見たダイバーのためのメディカルチェック

山崎 博臣
山崎内科医院

キーワード 潜水適性, レジャーダイビング, 健康診断

keywords fitness to dive, recreational diving, medical check, respiratory disease, physical examination

【Symposium】

Respiratory fitness for recreational divers

Hiroomi Yamazaki (Yamazaki Clinic of Internal Medicine)

【はじめに】

1990年代にダイバーの健康診断に関し議論が活発化され、2004年にDivers Alert Network Japanよりスクーバダイバーのためのメディカルチェック/メディカルチェックガイドラインが発表された。¹⁾これはRecreational Scuba Training Councilのガイドライン²⁾を基に出来るだけ原文に沿って記載し注釈を加えたものである。原文では疾患別に一般論が書かれ、相対的に危険な状態として呼吸器領域では気管支喘息の既往、嚢胞性病変、間質性肺炎などが記載されているが、どのような場合潜水可能であるかは言及されていない。次いで危険性の高い状態として自然気胸、肺疾患が原因で起こった気胸の既往、呼吸器疾患に起因して運動能力が低下している場合があげられている。相対的に危険な状態としては活動性気管支喘息、慢性閉塞性肺疾患、肺機能検査の異常者、運動誘発陽性がダイビングに関し懸念される、との記載があり、スクーバダイバーのためのメディカルチェックガイドラインではこれらを危険性の高い状態に分類し、生理的な拘束性換気障害は潜水禁止としないとした。嚢胞性肺疾患は相対的に危険な状態に分類されている。圧外傷をきたした症例の中に肺嚢胞が多いことが報告されている³⁾が、肺嚢胞は胸部CTを撮影すれば

10%程度に発見され⁴⁾、肺嚢胞のある場合どれくらい圧外傷をきたすかは定かでない。現時点では胸部CTを用いて積極的には肺嚢胞を診断しないが、胸部レントゲンで肺嚢胞が発見された場合や他の理由で胸部CTを施行し偶然発見された場合は潜水不適とすると理解している。

【胸部レントゲン、胸部CTの診断能】

肺嚢胞検出のためには胸部レントゲンは有用となる。ただし胸部レントゲンでの肺嚢胞検出には限界があり胸部CTが勝る。⁵⁾

肺気腫は胸部レントゲンにて肺野の透過性亢進、末梢血管影の狭小化、横隔膜の平坦化、滴状心、肋横隔腔の拡大、横隔膜の平定化、胸骨後腔、心臓後腔の拡大が認められるが、早期肺気腫の検出は困難であり、胸部CTにて低吸収域が認めることが早期肺気腫の診断に非常に有用である。⁶⁾

【呼吸機能検査の診断能】

呼吸機能検査にて閉塞性換気障害、拘束性換気障害を抽出できる。

閉塞性換気障害を呈する状態には低肺機能を伴う気管支喘息、慢性閉塞性肺疾患、老人肺(肺胞の破

壊のない閉塞性換気障害), 低肺機能を伴った喫煙者(肺気腫なし)があり, 前2者は潜水不適となる。老人肺, 低肺機能を伴った喫煙者については今後議論が必要である。

気管支喘息は肺機能検査で異常を示すこともあるが正常なことも多い。コントロール状況を確認するためには総合的な判断が必要である。

間質性肺炎, 塵肺症, 陳旧性肺結核などの肺疾患がある場合, 拘束性換気障害があるか運動能力が低下していれば潜水不適となる。

肺疾患のない拘束性換気障害の場合運動能力が低下していなければ潜水適性と考える。

【潜水死亡事故統計】

DAN JAPANの死亡事故の統計を図1に示す。10年の間に潜水死亡事故の割合に明らかな変化がある。40歳代までは減少しているが50歳代, 特に60歳以上での死亡事故率が高くなっている。高齢者ダイバーが増加しているためかといわれていた。しかし図2に示すように高齢者ダイバーの割合がそれほど増えているわけではなく, 潜水死亡事故が増えた理由を高齢者ダイバーが増えただけでは説明できない。河合は虚弱な高齢者がダイビングを行っていることに主要な問題があると述べている。⁷⁾身体的問題を自覚しない60歳以上の人がダイビングする様になったのが問題である。

【無症候性の閉塞性換気障害】

人間ドック受診者のうち閉塞性換気障害を呈する割

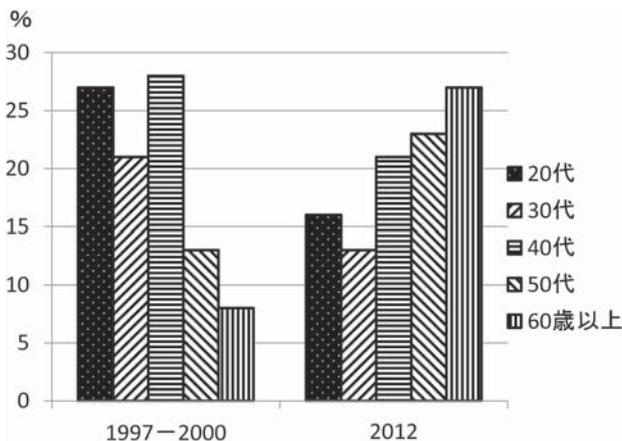


図1 潜水事故死亡者の年齢構成

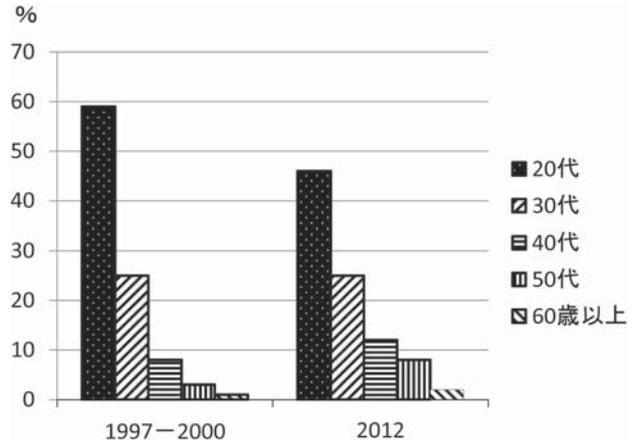


図2 ダイバー人口の年齢構成率

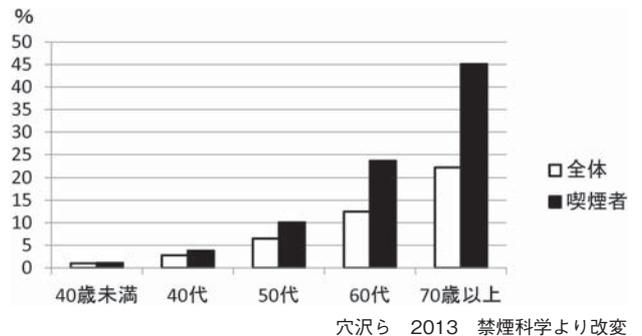


図3 人間ドック受診者のうちの年代別1秒率70%未満の割合

合を図3に示す。高齢になるに従い, 特に喫煙者で閉塞性換気障害が増加している。⁸⁾閉塞性換気障害があっても自覚症状に乏しく気が付かずにダイビングしている例も多いと思われ, 潜水死亡事故との関連が示唆される。

【閉塞性換気障害と慢性閉塞性肺疾患】

閉塞性換気障害と慢性閉塞性肺疾患及び肺気腫の関係を図4に示す。主に喫煙により肺胞が破壊されたものを肺気腫という。閉塞性換気障害があり肺気腫がある場合を慢性閉塞性肺疾患という。一部閉塞性換気障害を伴わない肺気腫がありこれは肺機能検査で検出出来ずCTが必要となる。慢性閉塞性肺疾患ではない閉塞性換気障害には低肺機能を伴う気管支喘息, 低肺機能を伴う喫煙者, 老人肺などがある。低肺機能を伴う気管支喘息には潜水適性はない。低肺機能を伴う喫煙者, 老人肺の潜水適性は今後の議論

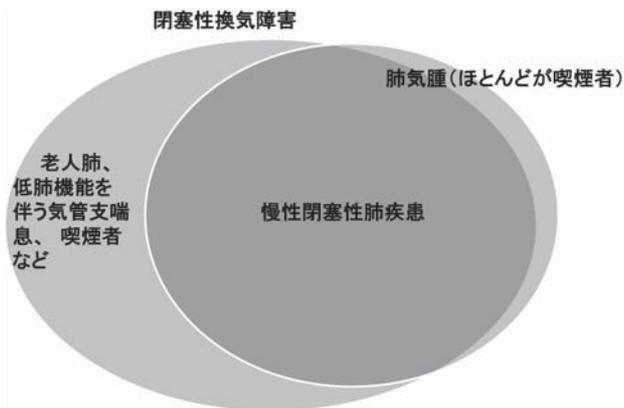


図4 肺気腫、慢性閉塞性肺疾患と閉塞性換気障害の関係

が必要である。

多くの肺疾患の潜水適性は肺機能検査で決まり、閉塞性換気障害を検出するために呼吸機能検査は重要である。胸部CTは肺嚢胞、閉塞性換気障害を示さない肺気腫を検出することにのみ有用である。胸部レントゲンはダイバーの基本健診としてもいいと考えるが胸部CTは費用、放射線暴露を考えると必ずしも必要ない。

閉塞性換気障害の多くは潜水不適となるのですべての人に施行することが望ましいと考える。特に喫煙者または50歳以上は閉塞性換気障害をきたすことが多く、毎年施行することが望ましい。

【問診の重要性】

症状がないという気管支喘息患者に咳、痰がでるか、様々な刺激で息切れ、苦しさがあるかを質問すると、実は症状があることが少なくない。今までの問診を見直し、咳、痰が3週以上続くことがあるか、何らかの刺激で息苦しくなることがあるか、という問診を加えることを提案する。

【運動能力の評価】

RSTCのガイドラインにおいてダイバーは13METsの運動能力が必要と記載されている。

しかしこの運動量は12分で2500m走る運動能力に匹敵し、⁹⁾20歳代であれば可能ではあるが40歳以上では訓練した人でなくてはクリアできない。まして60歳以上では皆無に近い。

安静時の酸素摂取量を1METsとしその何倍の酸素摂取量を必要とするかで運動強度を表す方法がある。ダイビングは4-8METsと言われている。条件が良く、ダイビング技術が良好であれば、ダイビングは歩行程度の運動でしかない。しかし一度条件が悪くなると8METsを越える運動強度となる。激しい流れに逆らって泳ぐときはさらに強い運動強度が必要になるがそれは1分も続くことはまずない。40-60分のダイビング時間の平均をとるとのんびりしたダイビングで歩行程度、激しい流れのあるダイビングでも1000mを7分でのランニングを超えることはまずないと思う。一般的には6-7METsくらいがダイビング中の最大運動強度と考え、11METsくらいの最大運動能力があればいいのではなかろうか。40歳から59歳の最大酸素摂取量の目標が10METs¹⁰⁾なのでこれを少し超えるくらいの運動量である。11METsでも60歳以上だとややきつくなるので10METsくらいの最大運動能力があれば潜水可能としたい。

田中は生活習慣病改善の運動強度は乳酸閾値強度で行うことを勧め、その強度の簡易測定法を提唱している。すなわち高さ20cmくらいの台を上り下りするステップ運動を用いて3METs強度の運動を4分間行い、 $138 - \text{年齢}/2$ の脈拍(ほぼ最大運動能力の50%のときの脈拍を示す)を目標とし、その脈拍に達するまで1METsずつ漸増し目標脈拍に達したときの運動強度を生活習慣病改善の運動強度とするとしている。ステップ運動の運動強度は1分間80ステップでおおよそ5METsである。¹¹⁾

アメリカスポーツ医学会は中等度リスクの場合は(冠動脈リスクが2個以上)6METs以上の運動をするときはトレッドミルなどの多段階運動負荷試験を勧めている。¹²⁾しかし中等度リスクのあるダイバーおよび潜水希望者すべてに多段階運動負荷試験を施行するのは現実的に困難である。5METsであれば多段階運動負荷試験を必要としない運動強度なので安心して施行できる。5METsのステップ運動を4分施行し脈拍を測定、 $138 - \text{年齢}/2$ (ほぼ最大運動能力の50%のときの脈拍を示す)を越えなければダイビングに必要な最低限の運動能力があると判定することを提案したい。このときの最大運動能力は10METs程度と考えられる。絶

対的に潜水禁止となる虚血性心疾患をスクリーニングする意味でこのステップ運動前後に心電図を測定することも提案したい。これに関しては異論があると思われる循環器領域の専門医のご意見をいただきたい。

【まとめ】

閉塞性換気障害が高齢者の潜水事故の原因になっていることが示唆され、呼吸器科領域から見たダイバーのためのメディカルチェックに呼吸機能検査は非常に重要となる。問診も非常に重要である。胸部レントゲンも必要であるが胸部CTは必ずしも必要ない。

【おわりに】

肺嚢胞、閉塞性換気障害を伴わない肺気腫を発見する為に胸部CTを施行するか、老人肺、閉塞性換気障害がある喫煙者、閉塞性換気障害のない肺気腫を潜水禁止とするかという問題があるが、それよりも絶対潜水不可である慢性閉塞性肺疾患を抽出し潜水禁止とすることから始めるのがいいと考える。肺嚢胞を発見する目的であえて胸部CTを施行することはしない、肺気腫を発見するための胸部CTをしない、老人肺を潜水禁止しない、閉塞性換気障害を呈する喫煙者を潜水禁止しない、閉塞性換気障害のない肺気腫を潜水禁止しないという方針を提唱したい。自然気胸の潜水適性も再考必要と考える。

閉塞性換気障害は呼吸機能検査で診断できる。慢性閉塞性肺疾患を潜水不適と考えるため喫煙者、50歳以上には必ず呼吸機能検査を施行し、異常者に胸部CTを施行することが望ましいと考える。

参考文献

- 1) 日本高気圧環境医学会編集委員会: ダイバーのメディカルチェックリストについて. 日本高気圧環境医学会雑誌 2003; 38: 285-311.
- 2) Guidelines for Recreational Scuba Diver's Physical Examination.
http://diveaddicts.com/file_download/29/Medical-Exam-Guidelines.pdf
- 3) Tetzlaff K, Reuter M, Leplow B, et al: Risk factors for pulmonary barotrauma in divers. Chest. 1997; 112:654-9.
- 4) 永井りつ子, 小濱正博, 大兼剛: 高気圧酸素治療に伴うリスクファクターとしての肺嚢胞の評価. 日本高気圧環境医学会雑誌 2005; 40: 165-165.
- 5) Toklu AS, Kiyani E, Aktas S, Cimsit M: Should computed chest tomography be recommended in the medical certification of professional divers? A report of three cases with pulmonary air cysts. Occup Environ Med. 2003; 60:606-8.
- 6) 日本呼吸器学会 COPD ガイドライン第4版制作委員会: 画像診断.COPD (慢性閉塞性肺疾患) 診断と治療のためのガイドライン 第4版. 東京; メディカルビュー社 2013: pp37-38.
- 7) 河合祥雄: 中高齢者ダイバーの潜水事故と健康管理について 日本高気圧環境・潜水医学会関東地方会誌 2015;15: 43-45.
- 8) 穴沢真由美, 高橋恵美, 腰山誠, 太田睦子, 小山富子: 喫煙と肺年齢について 禁煙科学 2013; 7: 2-4.
- 9) Cooper, K, H A means of assessing maximal oxygen intake. J.A.M.A. 1968; 203:135-138.
- 10) 健康づくりのための身体活動基準 2013. 厚生労働省
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002xple-att/2r9852000002xpqt.pdf>
- 11) 田中宏暁: 運動と生活習慣病, 成人病と生活習慣病 2010;40: 996-1001
- 12) アメリカスポーツ医学会 編 日本体力医学会体力科学編集委員会監訳: 運動処方指針 原書第8版. 東京; 南江堂. 2011; pp28-32.