

12. 飽和潜水の障害予防に関する研究

—とくに神経系障害予防について—

田中 義郎* 宮下 直裕* 中林 和彦*
伊藤 敦之* 大岩 弘典* 伊藤善三郎*

最近、聴力障害、前庭機能障害又は中枢神経系障害が、あらゆる潜水において起りうるといわれている。とくに、高圧神経症状 (HPNS) は、深々度飽和潜水に伴う障害として重要視され、これら障害の検知法の確立が急がれている。

我々は昨年、4 ATA 空気潜水における中枢神経及び平衡機能の諸検査を行い報告した。今回は、60 m (7 ATA) の飽和潜水において、同様の検査を行い、対照として、7 ATA の空気潜水も行い諸検査を実施したので報告する。

方法；平衡機能検査のうち、立直り検査として、1) 単脚起立検査を、偏倚検査として、2) 遮眼書字検査、3) 足踏み検査を選んだ。又、眼振検査として、4) 視標追跡検査 (Eye tracking test = ETT) を行った。中枢神経系検査は、ETT のほか、神経学的検査及び臨牀的観察をチェックリストを作り行い、飽和潜水では2例に脳波検査を覚醒安静時に行った。ETT は、日本光電製 MDS-3002・2素子眼振電計を用いて外部で記録し、視標刺激には三栄測器製 ET-67D を選び、再圧室内部に置いた。記録は時定数3秒及び0.03秒、刺激速度は0.2 Hz (角速度；16度毎分) 及び0.5 Hz (角速度；40度毎分) とした。

脳波記録は日本光電製13素子脳波計を用い、電極は検査の都度装着させた。

なお、平衡機能検査の方法及び判定は、概ね「平衡機能検査の手引き」(日本平衡神経学会編) に基いた。但し単脚起立検査は開眼15秒間の起立を1回行わせ、明らかな身体の動揺又は

挙上足の1回接床を秒時で測定した。

被検者には、熟練潜水員6名を選び、平均年齢31.2才、平均潜水歴8年3ヶ月、平均総潜水時間6123時間である。飽和潜水では、被検者2名を6名の中から選び、加減圧時間を入れ14日間にわたり、諸検査を実施した。60 m (7 ATA) の空気潜水は、被検者を2名づつ、再圧室(dry) 内で行い、減圧表は、US Navy standard decompression table・200 ft 40 min. を用いた。

結果；飽和潜水2例、空気潜水6例の単脚起立検査 (One-leg test)、遮眼書字検査 (Blind-folded vertical writing test) 及び足踏み検査 (Stepping test) の結果を Table-1 に示す。

なお、空気潜水にて、One-leg test は6例とも15秒以上起立できたので表示しない。

ETT は、飽和潜水におけるA、B例に各深度ごとに示した。(Fig.-1) (→印は Saccardic pattern を示す)

空気潜水の6例については、1 ATA 及び7 ATA を Fig.-2 に示し、上昇時の1.3 ATA 及び減圧終了後の記録を Fig.-3 に示した。A、B例は飽和潜水と空気潜水の両方とも行った。

脳波検査は飽和潜水中2例につき、各深度において、前頭、中心回転及び後頭部からの記録を行った。対照(1 ATA) では、2例とも正常記録であったが、加圧下の4 ATA、7 ATA では、2例とも基礎律動の徐波化及び θ (theta) 帯域の徐波成分の混入を認め、律動は不規則となり、1例(A) では4 ATA 及び7 ATA で、中心回転、後頭部に一過性の鋭波の出現をみた。いづれも減圧終了後には正常域に復した。

* 海上自衛隊潜水医学実験隊

Table.1

		SATURATION DIVING						
CASES		CONTROL 1 ata	100ft descent	200ft 7 ata	100ft ascent	39.5ft ascent	SURFACE 1 ata	surface 1 week after
ONE-LEG TEST	A L	15	15	5*	15	15	15	15
	A R	15	15	10*	15	15	15	15
	B L	15	15	8*	11*	14*	7*	15
	B R	15	10	6*	8*	11*	15	15
BLINDFOLDED VERTICAL WRITING TEST	A	1.3	3.7	2.7	10.0*	2.3	1.3	9.3*
	B	1.0	4.3	5.3	4.0	4.7	1.0	4.7
STEPPING TEST	A	30	Δ50	10	10	30	30	Δ45
	B	30	30	30	30	0	0	30

		AIR DIVING			
CASES		CONTROL 1 ata	200 ft 7 ata	10 ft 1.3 ata	SARFACE 1 ata
Blind Folded Vertical Writing Test	A	0.7°	Δ6.3°	4.3*	3.0°
	B	4.0	1.0	5.0	1.7
	C	Δ6.0	Δ7.0	0.7	2.3
	D	5.0	5.3	12.7*	Δ8.0
	E	1.7	Δ9.7	3.7	2.3
	F	Δ6.1	2.7	Δ9.0	Δ6.3
		M = 3.92	5.28	5.90	3.93
		SD = 2.260	3.098	4.268	2.582
Stepping Test	A	1°	180°*	Δ60°	-30°
	B	-30	-25	60	-30
	C	-5	15	20	150*
	D	30	-90*	-30	-15
	E	15	Δ60	30	35
	F	15	Δ60	Δ-45	0
		M = 16.00	71.67	35.83	22.00
		SD = 12.186	59.553	14.289	14.405

* AbnormalRange
Δ Shifting Zone

Fig.1

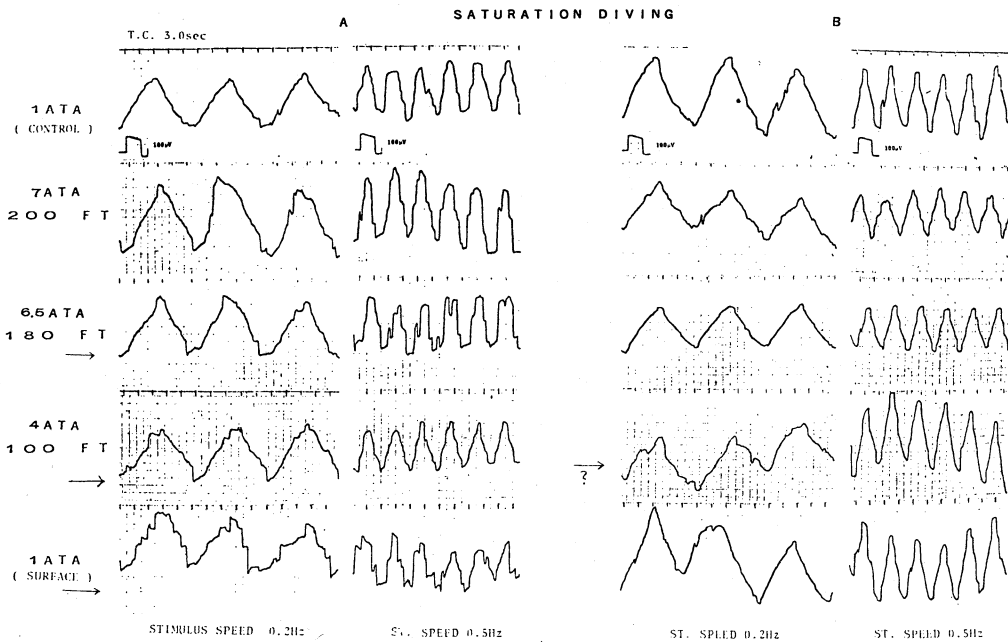


Fig.2

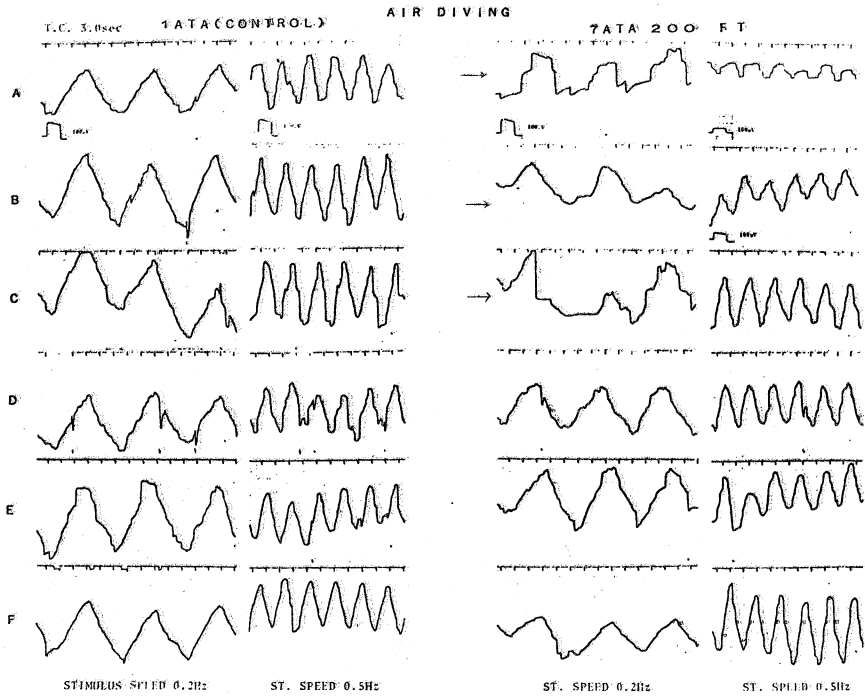
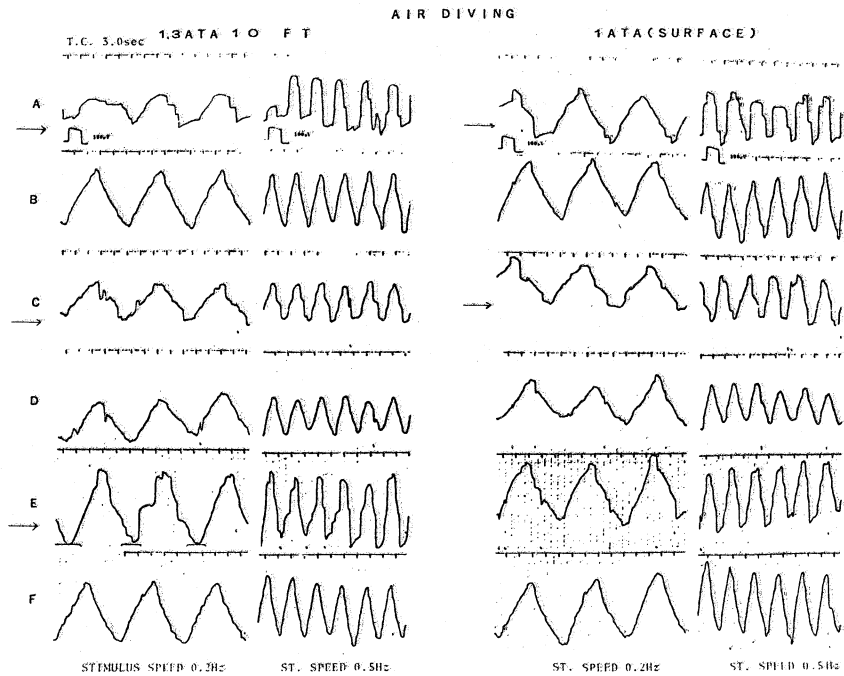


Fig.3



考察並びにまとめ

60 m (7 ATA) の飽和潜水及び同深度の空気潜水を行い、平衡機能検査、眼振検査と神経学的検査を実施した。

1). 偏倚検査のうち、遮眼書字検査はばらつきが多いが、空気潜水での高圧下では偏倚角度の増加をみたが、失調又は振戦文字はみられなかった。足踏み検査では、空気潜水の7 ATAで回転角の増加を認め、これは昨年報告した4 ATAの空気潜水でも増加を認めている。これらの検査は、正常例においても偏倚を示すことは、1972年・野末¹⁾の報告にもあるが、空気潜水の高圧下において、対照と較べ偏倚角度の増加傾向がみられたことは、Adolfson²⁾が指摘するごとく「窒素酔い」も一つの要因であると考えられる。

2). ETTでは、飽和潜水及び空気潜水で階段状変化 (Saccadic pattern) を示した1例を含め、空気潜水の7 ATA・1.3 ATAにおいても同様の变化を認めたことは、加我ら³⁾の臨床面からの報告にみられるように、末梢・中枢を含めた前庭系に「何らかの歪み」が存在することを示唆するものであろう。すでに、Lundgren⁴⁾、Edmondsら⁵⁾も、高圧下での前庭機能の障害をENGなどにより調べ、報告している。

3). 脳波については、荻原は11 ATA, 3 ATA

で、とくに変化のなかったことを述べているが、Sealab-IIの205 ft (7.2 ATA) の飽和潜水では基礎律動の一時的徐波化傾向を認めている。今回の飽和潜水7 ATAでは、2例とも高圧下で基礎律動の徐波化並びに徐波成分の増加がみられた。

以上のことから、平衡機能検査、ETT及び脳波検査は飽和潜水並びに空気潜水における前庭機能及び中枢神経系の機能的な「歪み」を検知し、障害の予知に意義ある検査法と考える。

参考文献

- 1) 野末道彦：神経耳科学における四肢・身体の平衡機能検査—症例を中心に—。耳喉，44：107—111，1972。
- 2) Adolfson, J. A. et al.: Effects of increase ambient air pressure on standing steadiness in man. *Aerospace Med.* 43：520—524，1972。
- 3) 加我君孝・他：ENGの診断的意義に関する検討—正常例および、めまい・平衡障害例における眼振出現率の比較検討—。耳喉，46：589—592，1974。
- 4) Lundgren, G. E. C.: Alternobaric vertigo—A diving hazard. *Br. Med. J.* 1：511，1965。
- 5) Edmonds, C. et al.: Disorientation with middle ear barotrauma of descent. *Undersea Biomedical Research*, 2：311—314，1975。