臨 床

頭・頸部外傷後遺症のめまい・平衡障害発現機 序についての考察

——とくに深部知覚系から——

松永 亨・荻野 仁・松永 喬

Statographic Examination of Postural Sway in Patients after Head and Neck Injury

Toru Matsunaga, Hitoshi Ogino, Takashi Matsunaga

(Osaka Univ.)

Statographic examination showed that the incidence of pathological postural sway in vertiginous patients after head and neck injury is more frequent than in non-traumatic vertiginous patients.

However, the neural mechanism underlying the pathological postural sway observed in post-traumatic patients has not been fully clarified.

We found that the pathological postural sway can be clearly analysed, if the patients standing on a platform loaded with a mattress and receiving vibratory stimulation to the neck muscle or bilateral calf muscles are examined statographically.

Our studies have shown that such sway is largely due to disorders in the supraspinal control of the proprioceptive system.

は じ め に

1972年、1973年の2年間、関西労災病院を受診した患者のうち、頭・頸部外傷後遺症、めまい症その他の疾患において、重心動揺計で直立検査時の身体の重心動揺を測定し、動揺面積の異常値の発現ならびに自発性、頭位および頭位変換眼振など異常眼運動発現の有無さらに温度および回転検査での異常値発現の有無などを比較すると、直立検査時の身体の重心動揺の異常が頭・頸部外傷後遺症群に有意に多いことが判明した¹⁾。直立位で身体の重心保持のために前庭性、視性、深部知覚性の調節が緊密な関係を有していることは熟知された事実である。ところが上記の頭・頸部外傷後遺症、めまい症、その他の疾患の群で、温度、回転検査の異常値発現はほぼ同程度で有意の差を認めなかった。したがって頭・頸部外傷後遺症の患者に身体の重心動揺の異常発現が多いことに関して、視性および深部知覚性調節の異常の関与が考慮される。そこでこの論文では頭・頸部外傷

後遺症のめまい・平衡障害の発症に視性，深部知覚性調節のうち，いずれが重大な関係を有するかをマットレス上での直立検査から検討し，あわせてすでに報告してきた下肢の反復誘発筋電図検査²⁾，緊張性振動反射を用いた直立検査³⁾の結果をも勘案し，頭・頸部外傷後遺症のめまい・平衡障害の発現機序について，とくに深部知覚系の面より些か考察を加えたので報告する。

検査対象ならびに検査方法

1976年大阪大学耳鼻咽喉科外来をめまいを主訴として受診した患者で，以下に述べる検査を施行した 210例のうち，とくにメニエール病18例（♂；10，♀；8，21才～60才平均38.8才）頭・頸部外傷後遺症14例（♂；11，♀；3，12才～80才，平均38.6才），突発性難聴7例（♂；6，♀；1，22才～63才，平均50才），および健康成人15例（♂；10，♀；5，21才～36才平均28.3才）を対象とした。

開眼および閉眼のもと，それぞれ60秒間の直立検査時の身体の重心動揺を三栄測器製重心動揺計にて記録した後，厚さ 9 cmの マ ッ ト レ ス（70kgの体重の人間がその上に立った場合，半分にちぢむ弾力を有する）を重心動揺計の上におき，ふたたび開眼・閉眼のもと60秒間の直立検査時の身体の重心動揺を記録し，これらの動揺面積をプランイメーターで実測しそれぞれ比較検討した⁴⁾。

第1表 4種の検査条件下における身体の重心動揺の異常の発現（＋：異常，－：正常）

＜外傷＞							＜メニエール病＞						
症例	年令	性	開眼	閉眼	マットレス開眼	マットレス閉眼	症例	年令	性	開眼	閉眼	マットレス開眼	マットレス閉眼
1	12	♂	＋	＋	＋	－	1	19	♂	＋	－	－	＋
2	14	♂	＋	＋	＋	＋	2	21	♀	－	－	－	－
3	19	♀	－	－	－	－	3	23	♂	－	＋	－	＋
4	23	♂	＋	－	－	－	4	26	♂	－	＋	－	＋
5	34	♂	－	＋	＋	＋	5	28	♀	－	＋	－	＋
6	34	♀	－	－	＋	＋	6	31	♂	－	－	－	－
7	35	♂	－	－	＋	＋	7	31	♂	－	－	－	＋
8	42	♂	＋	＋	＋	＋	8	31	♂	－	＋	－	＋
9	45	♂	＋	＋	－	－	9	31	♂	－	－	－	＋
10	47	♀	＋	＋	＋	＋	10	41	♂	＋	＋	－	＋
11	50	♂	－	＋	＋	＋	11	47	♂	＋	－	＋	＋
12	50	♂	＋	＋	＋	＋	12	49	♀	－	－	－	－
13	53	♂	＋	＋	＋	＋	13	50	♀	＋	＋	＋	＋
14	83	♂	＋	＋	＋	＋	14	51	♀	－	－	＋	＋
＜突難＞							15	52	♀	＋	＋	＋	＋
1	22	♂	－	－	－	－	16	53	♂	＋	－	－	－
2	46	♂	－	－	－	－	17	56	♀	＋	＋	＋	＋
3	46	♂	－	－	－	－	18	06	♀	＋	－	－	＋
4	48	♂	－	－	－	－							
5	62	♂	＋	－	＋	＋							
6	63	♂	＋	＋	＋	＋							
7	63	♀	＋	＋	＋	＋							

検 査 結 果

健康成人15例の60秒間の直立検査の身体の重心動揺の面積は開眼，閉眼，マットレス開眼，マットレス閉眼のもと，それぞれ $2.7 \pm 0.73 \text{cm}^2$ ， $5.0 \pm 2.36 \text{cm}^2$ ， $6.6 \pm 2.87 \text{cm}^2$ ， $32.6 \pm 13.34 \text{cm}^2$ であった．そこで1％危険率での正常棄脚限界値を求め，メニエール病，頭・頸部外傷後遺症，突発性難聴の各症例において，それぞれの検査条件のもと，身体の重心動揺面積が正常棄脚限界値以内のものを正常（－）とし，限界値以上のものを異常（＋）とした（第1表）．メニエール病の症例3のごとく，身体の重心動揺が開眼時正常（－）で，閉眼時異常（＋）のもの，あるいはマットレス開眼時身体の重心動揺が正常（－）で，マットレス閉眼時異常（＋）のものを視覚の除去による身体の重心動揺の異常化とした．一方，頭・頸部外傷後遺症で症例6のごとく，身体の重心動揺が開眼時正常（－）でマットレス開眼時異常（＋）となるもの，あるいは閉眼時身体の重心動揺が正常（－）で，マットレス閉眼時異常（＋）となるものを深部知覚系の変化による身体の重心動揺の異常化と仮

第2表 Incidence of positive sway on change in visual and proprioceptive condition. Visual Proprioceptive modification

Ménière's n = 18	13/23 (57%)	7/20 (35%)
Post-traumatic n = 14	2/8 (25%)	6/9 (67%)
Sudden deafness n = 7	0/8 (0%)	1/9 (11%)

定した．このように検査条件を視覚の変化と深部知覚系の変化に大別し，それぞれの疾患群において身体の重心動揺の異常化の発現率を見ると，第2表に示すごとく，メニエール病では視覚の変化で57％，深部知覚系の変化で35％に身体の重心動揺の異常化が生じた．一方，頭・頸部外傷後遺症では視性的変化により25％に，深部知覚系の変化では67％に身体の重心動揺の異常化が発現した．しかし突発性難聴では視覚の変化で0％，深部知覚系の変化で11％と身体の重心動揺の異常化は僅かであった．参考までに

— Fisher's test —							
		メニエール病		頭 頸 部 外 傷		突 発 性 難 聴	
		A. 13/23 (56.5%)	B. 7/20 (35.0%)	A. 2/8 (25.0%)	B. 6/9 (66.7%)	A. 0/8 (0.0%)	B. 1/9 (11.1%)
メ ニ エ ー ル 病	A. 13/23						
	B. 7/20	P=0.13458 N.S.					
頭 頸 部 外 傷	A. 2/8	P=0.12997 N.S.	P=0.48448 N.S.				
	B. 6/9	P=0.45510 N.S.	P=0.11864 N.S. (有意傾向にある)	P=0.10879 N.S. (有意傾向にある)			
突 発 性 難 聴	A. 0/8	P=0.00555 Significant	P=0.06547 Significant	P=0.2333 N.S.	P=0.00679 Significant		
	B. 1/9	P=0.02359 Significant	P=0.19190 N.S.	P=0.04294 N.S.	P=0.02489 Significant	P=0.52941 N.S.	

第3表 A: Visual modification, B: Proprioceptive modification を示す.

第4表 Area of contour from postural sway in Romberg's position (Eyes closed, 90 sec).

		No Vibration	Vibration given to		t-test	* P<0.10 ** P<0.05 *** P<0.01	
			Neck muscle	Bilateral calf muscle			
Healthy subjects (n=20)	Range	1~35 cm ²	4~48 cm ²	6~51 cm ²			no-vibr
	Mean	10	14	21		neck	—
	S.D.	8	10	11		calf	** ***
Whiplash injury (n=15)	Range	5~150	8~323	19~324			no-vibr
	Mean	45	100	91		neck	**
	S.D.	43	91	91		calf	— **
Cerebello-pontine-angle tumor (n=7)	Range	25~142	22~120	29~656			no-vibr
	Mean	83	47	195		neck	—
	S.D.	58	88	194		calf	* —

これら各疾患における視覚の変化，深部知覚系の変化のさい身体の重心動揺の異常化発現の有意性を Fisher の検査で検討した結果を第3表に示す．これから判るとおり，頭・頸部外傷後遺症において視覚の変化と深部知覚系の変化による身体の重心動揺の異常化の発現率の間には有意傾向があり，また頭・頸部外傷後遺症で深

部知覚系の変化による身体の重心動揺の異常化発現率は突発性難聴のそれと有意差があり，メニエール病のそれとの間には有意傾向のあることが判明した．したがって頭・頸部外傷後遺症の身体の重心動揺の異常発現には視覚の変化より深部知覚系の変化が密接な関係を有するようである．

考 按

頭・頸部外傷後遺症でめまい・平衡障害を訴えるものに，直立検査で身体の重心動揺の異常を示すものが多いという事実から，著者は直立位において身体の重心保持を行うに当り，最も重要なのは抗重力筋である下腿伸筋の筋緊張であると考え，頭・頸部外傷後のめまい患者，非外傷性のめまい患者の臥位での下腿伸筋の筋緊張を反復誘発筋電図法で検討し，その結果をすでに報告した⁵⁾．それによるとめまいを訴える患者において，下腿伸筋の筋緊張は normotonus, hypertonus, hypotonus など様々であるが，それぞれの筋緊張の発現頻度は外傷後のめまい患者と非外傷性のめまい患者の群の間に全く差が認められなかった．反復誘発筋電図法の利点は下腿伸筋の筋緊張に関係する γ-loop を介した脊髄性の亢奮，および脊髄上位の中枢神経系の機能の状態を検索出来ることである．したがって臥位で行った反復誘発筋電図検査の結果から外傷後のめまい，非外傷性のめまい患

者ともに下腿伸筋の筋緊張に関し脊髄性および脊髄上位の中枢神経系の機能はめまいという症状の発現に応じて同じ様な異常を示すと考えられる．
そこで今迄しばしば述べてきた頭・頸部外傷後遺症でめまい・平衡障害を訴えるものは非外傷性のめまいより有意に直立検査で身体の重心動揺を示すものが多いこと，さらに今回頭・頸部外傷後遺症の患者をマットの上で直立検査したとき，身体の重心動揺の異常化は深部知覚系の変化という検査条件のもとメニエール病や突発性難聴の場合より多かった事実は，直立姿勢をとるということにより下腿伸筋の筋紡錘（自己受容器）の亢奮の変化，さらにマットの上に立つことによる自己受容器の亢奮の変動が深部知覚径路を上行し，この亢奮変化を中枢性に調節する神経機序が頭・頸部外傷後遺症ではより強く障害されていると推測される．
直立姿勢をとった時あるいはマットレスの上

に立った時、筋紡錘や関節などからの深部知覚以外、足趾の各種皮膚覚、また物理的にマットレスの弾性などが当然身体の重心動揺に関係することが考えられるが、1Hzあるいは2Hzの通電刺激でH波を下腿伸筋から導出し連続記録すると、H波の振幅は臥位、直立姿勢、マットレス上での直立姿勢の順に大きくなったり小さくなったり著明な変動を示すようになるので、少くとも関節や筋紡錘などの自己受容器の亢奮性の変化が生じていることは断言出来そうである。

そこで次の問題は頭・頸部外傷後遺症や小脳橋角部腫瘍などのように、身体の重心保持に関する中枢機構が異なっていると考えられる症例を選び、積極的に自己受容器を刺激し、その亢奮性の変化を生ぜしめた時、身体の重心動揺はどうなるかということである。

筋紡錘を機械的に刺激する方法として振動刺激を用いる方法があり、我々はすでに平衡機能検査への緊張性振動反射の応用³⁾と題して、いろいろのめまい疾患の頸部脊柱起立筋、アキレス腱への振動刺激を負荷したさいの身体の重心動揺の変動を分析し報告したが、今回その結果を再検討した。第4表は健康成人20例、鞭打ち損傷15例、小脳橋角部腫瘍8例の閉眼90秒間の直立検査のさいの身体の重心動揺面積、ついで頸部脊柱起立筋へ90Hz、さらに両側アキレス腱へ90Hzの振動刺激を閉眼のもと90秒間負荷したさいの直立検査の身体の重心動揺面積のそれぞれの平均値、標準偏差を示したものである。

健康成人において頸筋の振動刺激により重心の動揺には無刺激時と比べ有意の増加はないがアキレス腱の振動刺激で有意(危険率1%)に増加する。頸筋の振動刺激とアキレス腱の振動刺激による重心の動揺の間には有意差(5%)があり、アキレス腱の振動刺激で重心動揺は最も大きい。この型はメニエール病などに多く認

められる。

ところで振動刺激による身体の重心動揺の発現に対し、Eklund⁶⁾は γ -loopを介し振動刺激を受けている筋には収縮を、拮抗筋には弛緩を生じるという本来の緊張性振動反射のほか、深部知覚伝導路を上行し体平衡保持に関与する中枢性の調節機構に振動による変化をもたらしたものを考慮する必要があると述べている。また身体の重心動揺に及ぼす影響が頸筋とアキレス腱振動刺激で異なる点について、振動刺激のエネルギーが異なることのほか、下肢・腰部・胸部からの振動による筋紡錘の亢奮からの深部知覚は前および後脊髄小脳路を通じて小脳へ伝えられ、一方上肢・頸部からのそれは副楔状束小脳路や頭側脊髄小脳路により伝導される⁷⁾ことが関係しているかも知れない。

ところが鞭打ち損傷では頸筋の振動刺激もアキレス腱の振動刺激もともに無刺激時より身体の重心動揺を有意(5%)に増加せしめ、頸筋とアキレス腱の刺激の間に重心動揺の増加に関して有意の差はなかった。

一方、小脳橋角部腫瘍において、頸部振動刺激もアキレス腱振動刺激もともに無刺激時と比べ重心の動揺に関して有意の差はないが、頸部振動刺激とアキレス腱振動刺激の間には有意の差を示す傾向(10%)があり、前者の場合動揺面積は最も小さかった。これらの事実は恐らく脊髄小脳路を介して、Eklundの述べる振動刺激による体平衡保持に関与する中枢機構の変化が鞭打ち損傷と小脳橋角部腫瘍で全く異なることを示し、今後身体の重心動揺の病態的診断に用いられる可能性がある。また頸筋振動刺激とアキレス腱振動刺激の間に鞭打ち損傷では差がなく、小脳橋角部腫瘍で差のあることは両疾患の病態の差とも関連して、牛尾⁸⁾の述べるごとく頸部からの深部知覚、下肢よりの深部知覚の伝導路の異なることが関係を有するのかも知れない。

お わ り に

桧⁹⁾は鞭打ち損傷患者に関する広汎な研究から、これらの疾患には Proprio-ocular, Proprio-spinal, Proprio-vegetative reflex の障害のあることを見出し、その発現に脊髄網様体路、脊髄小脳路などの上行性伝導路の関係することを指摘した。この点とくに異存はないが、頭・頸部外傷後遺症のめまい・平衡障害の発現機序の一つとして、直立検査のさい身体の重心動揺の異常を示すものは深部知覚系の体平衡に関する調節の異常が密接な関係を有すること、その発現にはまたその障害の純粋な症状が判っていない¹⁰⁾ 脊髄小脳路の状態が重大な役割を有することを強調したい。

稿を終るに当り、内藤僞教授の御校閲に感謝します。

参 考 文 献

- 1) 松永亨, 他: 耳鼻科からみた頭頸部外傷後遺症の特徴. 日災医誌 23: 317~323, 1975.
- 2) 松永亨, 他: 平衡機能検査法としての反復誘発筋電図法と重心動揺計による直立検査. 耳鼻臨床 64: 1307~1318, 1971.
- 3) 松永喬, 他: 平衡機能検査への緊張性振動反射の応用.
- 4) 荻野仁, 松永亨: マットレス上の重心動揺について日災医誌 1977, 印刷中.
- 5) 松永亨: 頭部外傷後遺症における直立検査の意義について. 日災医誌 24: 319~324, 1976.
- 6) Eklund, G: Influence of muscle vibration on Balance in Man. A Preliminary Report. Acta Soc. Med. Upsal. 74: 113~117, 1969.
- 7) 岡本道雄, 草間敬雄: 脳の解剖学 p. 164~170, 朝倉書店, 1971.
- 8) 牛尾信也: むち打ち損傷による「めまい」例でみられる小脳症状. 耳鼻臨床 64: 699~711, 1971.
- 9) 桧学: 外傷性頸, 腰性めまい. 臨床と研究 48: 2830~2839, 1971.
- 10) 平山恵造: 小脳症状—臨床的分析と病変部位—. 神経進歩 17: 986~996, 1973.

原稿到着: 昭和52年 8 月29日
別刷請求先: 松永亨
〒553 大阪市福島区堂島浜通 3-1
大阪大学医学部耳鼻咽喉科学教室