

체 평 형 검 사

부산대학교 의과대학 이비인후과학교실
고의경·전경명

Static and Dynamic Body Balance Tests

Eui Kyung Goh, M. D., Kyong Myong Chon, M.D.

Department of Otolaryngology, College of Medicine,
Pusan National University

신체의 평형유지에는 평형반사라고 총칭되는 각종 반사가 단독 혹은 복합으로 작용하며, 여기에 대뇌가 관여하여 수의적으로도 조절되고 있다. 이러한 평형은 불수의적인 조절기구 즉 1) 시성, 미로성, 자기수용성의 평형반사, 2) 소뇌의 작용에 의한 두부, 사지, 구간의 협동운동, 3) 대뇌핵, 전정신경핵 등에 의한 근긴장 조절기구 등에 의해 목적하는 운동에 따라 반사적으로 유지된다. 신체의 평형은 정지시와 운동시로 구분하여 생각할 수 있고, 각각을 정적(靜的, static), 동적(動的, dynamic) 체평형이라고 한다.

평형검사란 평형기능이 어느 정도 유지되는가를 검사하는 것으로 평형장애가 있는가를 확인하고 그 병소를 찾는 것을 주된 목적으로 하고 있다. 이러한 평형검사는 자극검사와 비자극검사로 나누어 생각할 수 있고, 비자극 검사 중에는 정적, 동적 체평형검사 및 안진검사가 포함된다.

체평형의 이상은 편의(偏倚, deviation)와 직립장애(直立障害, disturbance of righting reflexes)로 나타날 수 있고, 편의는 동적체평형검사로, 직립장애는 정적체평형검사로 검출되기 쉽다.

표1과 같이 체평형검사를 분류해 보면 정적

Table 1. Classifications of the body balance test

- | |
|------------------------------|
| 1. Static body balance test |
| 1) Righting reflex test |
| a. Romberg test |
| b. Mann's test |
| c. One leg test |
| 2) Stabilometry |
| 3) Goniometry |
| 4) Galvanic body sway test |
| 2. Dynamic body balance test |
| 1) Past pointing test |
| 2) Vertical writing test |
| 3) Stepping test |
| 4) Walking test |

체평형검사에는 직립검사, 중심동요검사, 사면대검사, 전기자극직립검사 등이 있고, 동적체평형검사에는 지시검사, 서자검사, 족답검사, 보행검사등을 들 수가 있다.

이 체평형검사는 국소진단적 가치는 떨어지지만 평형검사의 기본검사로 진료실에서 특별한 기구나 설비없이 간단히 실시하여 전체적으로 평형장애의 성질과 정도를 평가하고, 경과관찰 및 치료효과를 판정할 수 있는 장점이

있다. 각종사고와 스트레스의 증가와 더불어 나날이 증가하는 현훈증 환자의 진료에 필요한 체평형검사의 검사방법과 해석, 그리고 그 의의에 대해서 간단히 기술하고자 한다.

정적(靜的, static) 체평형검사

직립반사란 시기, 미로, 자기수용기등에 가해진 평형자극이 대뇌, 소뇌, 뇌간의 조절을 받아 시기, 두부, 구간(軀幹), 상하지에 나타나는 반사이다.

사람의 자세는 다른 동물과 달리 바로 서 있는 직립자세이며, 몸통과 머리의 무게가 대략 50% 정도를 차지하여 무게중심이 골반의 높이에 위치하는 비교적 불안정한 자세를 갖고 있다⁷⁾. 이러한 무게중심은 계속하여 변하고 있지만 직립반사에 의해 수정되어 직립자세가 유지되며, 이러한 직립반사에 장애가 생기면 신체의 동요가 나타나고 현저한 경우에는 전도(轉倒, falling down)된다.

직립검사는 개안과 폐안에서 시행하여 직립반사에서 눈의 영향을 관찰하여야 하며, 개안시 눈의 높이는 전방 2m에 고정된 작은 시표를 주시시킨다. 그리고 심부지각의 관여를 일정하게 하기 위해 신발은 벗게 하는게 좋다⁸⁾.

시기, 미로, 자기수용기등이 작용하는 직립검사에서 개안시에 비해서 폐안시에 직립장애, 즉 신체의 동요 혹은 전도가 심해지는 현상을 Romberg 양성⁹⁾이라고 하며, 미로 혹은 자기수용기의 이상 때문에 나타난다. 또한 일측의 미로성 기능저하의 급성기에는 항중력근 긴장이 환측에서 저하되어 직립검사에서 환측으로 전도된다.

이러한 자극을 주지 않고 시행하는 직립검사에 외부에서 혼란을 가해 신체의 적응을 보는 검사들이 있는데 이러한 검사에는 사면대검사, 전기자극직립검사가 있다.

1) 직립검사(直立檢査, standing test)

방법 Romberg검사(양각직립검사), Mann 검사, 단각직립검사가 있는데 각각 독립된 검사라기 보다는 점차 지지면의 넓이가 좁아지게 하여 체평형장애의 심한 정도를 보는 일련의 검사로 생각하는 것이 좋다. 모든 검사는 머리를 바로하고 정면을 보게하면서 30초(혹은 60초)간 직립시켜 신체 동요의 유무, 정도, 전도방향을 검사한 후 다시 같은 자세에서 눈을 감게 하여 시행한다. 이때 발의 위치는 그림 1과 같이 Romberg검사는 양쪽 발끝을 모아 내측면이 접하게 하고, Mann 검사는 한쪽 발 뒷꿈치를 다른 쪽 발 앞꿈치에 오게 일직선상에 세우며, 단각직립검사는 한쪽 발을 들게 하여 검사한다.

판정 a. Romberg 검사: 개안 혹은 폐안에서 명확한 신체동요, 직립유지가 어려울 정도의 동요, Romberg 양성을 이상으로 한다.

b. Mann 검사: 개안 혹은 폐안에서 30초 이내의 전도를 이상으로 한다.

c. 단각직립검사: 단각자세 유지시간이 개안에서 30초 이내, 폐안에서 10초이내를 이상으로 하고, 30초간 바닥에 발이 닿는 회수(接床回數)가 개안에서 1회 이상, 폐안에서 3회 이상을 역시 이상으로 한다.

d. 이상의 세 검사를 종합하여 Mann과 단각자세 중에서 하나라도 이상이 있는 경우를 정도, Mann과 단각자세가 이상이 있는 경우를 중등도, 세가지 모두가 이상이 있는 경우를 고도장애로 판정할 수 있다⁹⁾.

의의 직립검사는 평형검사의 기본이면서, 우리가 어디서나 쉽게 시행할 수가 있으므로 각 장애부위에 따라 그 특징을 알아둘 필요가 있다. 그러나 경우에 따라서는 반드시 그렇지 못한 경우도 있다는 사실을 명심해야 한다.

a. 미로장애가 의심되는 소견¹⁰⁾

① 일측성에서는 환측의 동요, 전도. ② 양측성에서는 전후 동요. ③ 발목에서의 동요가 심하다. ④ Romberg 양성. ⑤ 개안에서는 Mann, 단각직립도 가능. ⑥ 두위에 따른 전도방향의 변화. ⑦ 직립장애와 동시에 안진이 있

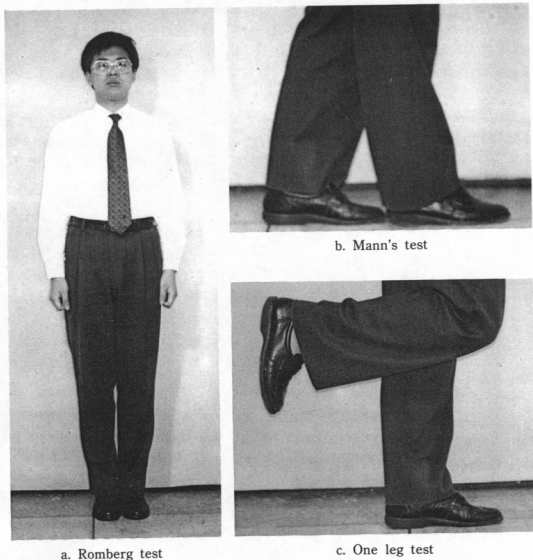


Fig. 1. Standing tests

다. ⑧ 자발안진과 반대방향의 동요. ⑨ 이석 기강해에서는 신체동요가 심하다.

b. 소뇌성 병변이 의심되는 소견⁵⁾

① 전후 및 좌우 방향의 큰 동요. ② 구간보다 머리의 동요가 크다. ③ 발목보다 허리의 동요가 심하다. ④ 환측에의 전도. ⑤ 후방으로 전도 경향. ⑥ Romberg 음성. ⑦ 개안에서도 Mann과 단각직립 자세의 유지가 힘들다. ⑧ 두위가 변화여도 전도방향이 일정하다.

c. 뇌간 혹은 척수성 병변이 의심되는 소견⁵⁾

① 주기성을 가진 전후 동요. ② 후방 전도 경향. ③ 척수성에서는 무릎의 동요가 크다. ④ Romberg 양성.

b. Mann's test

c. One leg test

2) 중심동요검사(重心動搖檢査, Stabilometry, Gravicometry)

방법 피검자를 중심동요계 위에 신발을 벗기고 개안과 폐안에서 각각 1분간씩 직립시키고(Romberg 자세), 중심 이동을 X-Y recorder 및 Polygraph를 이용하여 기록한후, 컴퓨터로 계속, 분석한다. 대개 중심이동 1cm를 기록지 상에 1cm가 되도록 교정하여 기록한다.

판정 그림2와 같이 X-Y 기록에서 동요의 전후, 좌우방향의 크기 및 면적, 동요의 모양, Romberg율을 비교하여 판정하나 주파수, 단위 궤적장, 동요속도, power spectrum 등을 분석하기도 한다^{8,11,16)}. 정상인 측정치의 기각한계는

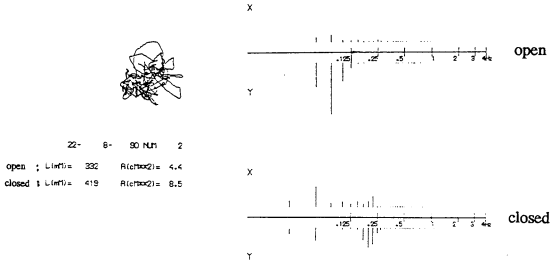


Fig. 2. Record of the stabilometry

전후경, 좌우경, 면적에서 각각 2.9cm, 2.5cm, 2.4cm(개안), 3.3cm, 3.2cm, 5.1cm(폐안)이나 보고자마다 다소 차이가 있다^{3,5,6)}.

중심동요도의 모양은 그림3과 같이 구심형, 다중심형, 좌우형, 전후형, 미만형(彌滿型, 살전형) 등으로 분류할 수 있다. 구심형은 정상인에서, 일측미로장해는 좌우형, 양측미로장해는 전후형, 소뇌장해는 미만형을 나타낸다^{3,4,6,7)}.

의의 육안적으로 행해지는 직립검사에 비해 객관적인 기록이 가능하며, 정량적, 정성적 분석이 가능하다. 질환의 경과 및 치료효과의 판정에도 객관적인 평가가 가능하며 특징적인 동요의 모양을 나타내는 경우에는 병소진단이 가능할 수 있다.

3) 사면대검사

방법 사면대 위에서 피검자의 양발을 모고 직립시킨 후 일정한 각속도(1°/sec)로 사면대를 경사시켜 피검자가 전도될 때의 경사각도를 측정한다. 개안 및 폐안에서 전후, 좌우 방향에서 각각 측정하여 비교한다. 검사전 연습이 필요하며 반복검사가 필요할 수 있다.

판정 전도각도가 15° 이하를 이상으로 판정하고 좌우차 5° 이상, 개안과 폐안차 5° 이상을 역시 이상으로 한다.

의의 직립검사와 같은 의의를 가지나 경사라는 부하를 주므로 평형장해가 검출되기 쉽다. 그러나 최근에는 널리 쓰이고 있지는 않다.

4) 전기자극직립검사(galvanic body sway test)

눈을 감기고 직립시킨 후 측두부에 전기자극을 가하면 신체의 동요가 나타나고 안전이

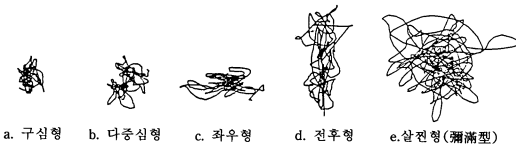


Fig. 3. Types of the stabilogram

발생할 수 있다. 신체의 동요는 그림4와 같이 중심동요계를 이용하여 기록한다. 이런 전기자극을 이용한 전기자극적립검사는 엄격히 말하면 자극검사이나, 전정계와 직립반사와의 상호 관계를 검색하는 검사로, 최근에는 0.1mA 정도의 미소한 자극과 중심동요계를 이용하여 동요가 나타나기 시작하는 역치를 측정할 수 있다^{3,9}. 전기자극이 작용하는 부위에 대해서는 많은 연구가 진행되고 있으며, 전정신경 혹은 전정신경절로 생각하고 있어 전정신경염과 청신경종양 등 후미로성 병변에 국소진단적 가치가 높은 검사로 대두되고 있다^{3,9,12,14}.

DL:MF2251.CAT

DR:GCH

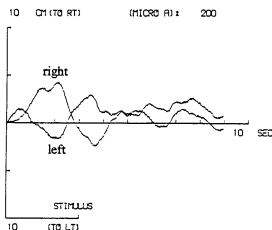


Fig. 4. Record of galvanic body sway test (200mAmp).
left : hypofunction, right side : normal response

동적(動的, dynamic) 체평형검사

상하지를 비롯한 전신의 골격근의 긴장을 유지시켜 주는 미로, 소뇌, 대뇌, 뇌간 등에 일측 혹은 좌우 비대칭의 양측성 장애가 생기면 근긴장에 좌우 불균형이 생긴다. 이 때문에 자세를 유지한다든가 운동을 할 때 눈, 머리, 사지 및 몸통에 한방향으로의 편의(偏倚, deviation)가 나타난다. 상지 및 하지에 운동을 부하하여 이러한 편의를 찾는 검사를 동적체평

형검사 혹은 편의검사(deviation test)라고 한다. 상지의 검사에는 지시검사(指示檢査, past pointing test), 서자검사(遮眼書字檢査, blind-folded vertical wrighting test), 상지편의검사(上肢偏倚檢査, arm-deviation reaction), 상지긴장검사(上肢緊張檢査, arm-tonus reaction)가 있고, 하지의 검사에는 족답검사(足踏檢査, stepping test)와 보행검사(步行檢査, gait test)가 있으며, 직립자세에서 편의를 보는 검사들이 있다.

1) 원반던지는 자세(Discus-thrower position)

미로는 소뇌, 대뇌, 뇌간과 더불어 전신의 골격근의 긴장을 유지시켜 주기 때문에 한쪽 미로에 이상이 생기면 근긴장에 좌우 불균형이 초래된다. 그래서 한쪽의 미로 손상이 심한 환자에서 눈을 감기고, 양쪽 손을 어깨 높이로 앞으로 들게하여 바로 서게하면 그림5와 같이 특징적인 원반을 던지는 것과 같은 자세가 된다. 이 자세는 현기증 환자를 진료하는데 도움이 되므로 알아 두는 것이 편리하다.

2) 지시검사

방법 피검사를 의자에 앉히고, 시지(示指,

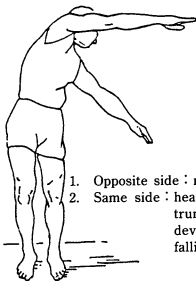


Fig. 5. Discus-thrower position(left labyrinthine damage), adopted from Ref. 13.

index finger)를 편 상지를 윗쪽을 향해 수직으로 편 자세에서 어깨를 축으로 천천히 수평의 높이까지 내리게 하여 그 위치에 있는 어떤 목표, 예를 들면 검사자의 시지를 가리키게 한다(그림 6). 처음에는 개안에서 2~3회 연습시킨 후 차안에서 10회 반복시킨 후, 좌 또는 우측으로의 치우친 정도를 측정한다.

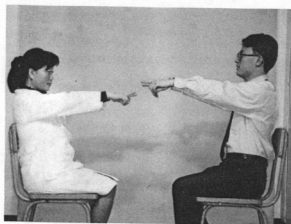


Fig. 6. Past pointing test

편점 양측 혹은 한쪽의 상지가 목표에서 10cm 이상 차이가 난 경우를 이상으로 한다. 양측 상지가 같은 방향으로 10cm 이상 편의가 있을 때 미로장애를 생각할 수 있으나 양성율이 낮으며, 급성 미로장애에서는 환측으로 편이된다. 소뇌장애에서는 편이 방향이 일정하지 않다¹⁰⁾(그림 7).

3) 서자검사(遮眼書字検査, blindfolded vertical writing, 쓰기검사)

방법 피검자를 바른 자세로 의자에 앉히고 백지에 3~5cm 크기의 글자를 종(縱)으로 4, 5자정도, 전장 15~20cm가 되도록 쓰게 한다. 필기구는 심이 연한 연필이나, 매직펜을 이용하며, 필기구를 잡은 손은 종이에 가볍게 닿게 하고, 팔꿈치나 기타 신체부위가 책상에 닿지 않도록 하여 처음에는 개안으로 쓰고, 다음에는 눈을 가볍게 가리고 쓰게 한다. 이때 폐안만으로는 때로 눈을 뜨고 방향을 수정하는 수가 있으므로 주의해야 한다.

편점 글자의 중심을 연결하는 선이 수직선과 이루는 각도를 편서각도라 하며, 편서각도가 5°이내를 정상, 6~9°를 이행대, 10°이상을 이상으로 한다. 문자의 성질에 따른 편정은 그림 8과 같이 일정한 방향으로 쓰여진 편이문자, 부조화로 지리멸렬한 실조문자, 글자를 알 수 없는 진전문자로 나눌 수 있다. 일정 방향의 편이문자는 중추 장애에서도 나타날 수 있지만 미로성 장애가 많으며, 방향변환성 편이는 중추 장애, 실조문자는 소뇌성, 진전문자는 뇌간 장애를 나타낸다(그림 8).

4) 족답검사(足踏検査, stepping test, 제자리걸음검사)

방법 그림 9와 같이 바닥에 반경이 50cm인

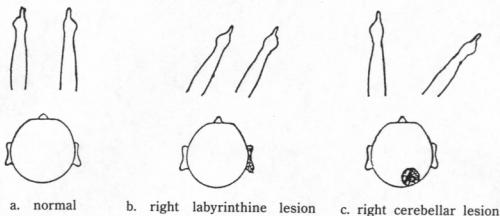
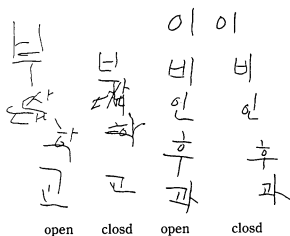


Fig. 7. Results of the past pointing test

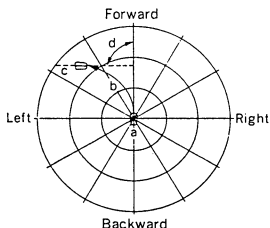


a. central lesion b. labyrinthine lesion

Fig. 8. Vertical writing Test

동심원들을 그리고, 30° 간격으로 직선을 그려 준비한다. 동심원의 중심에 양발을 모아 바로 서게 하고, 양쪽 상지는 앞으로 어깨 높이로 올리고, 눈을 가리고, 대퇴부가 거의 수평이 되도록 올리면서 50보 혹은 100보의 제자리 걸음을 시킨다. 이때 광추적장치와 TV 화면을 이용하여 머리의 동요 기록을 기록하여 분석하기도 한다.

판정 끝난 후의 발바닥의 위치를 시작할 때와 비교하여 그림9와 같이 회전각, 이행각,



- a. The starting position
- b. The path followed from a to c
- c. The final position
- d. the angle of body rotation

Fig. 9. Stepping test

이행거리를 측정한다. 100보 걸음에서 회전각이 44°이내를 정상, 91°이상을 이상으로 판정한다.

5) 보행검사(步行検査, walking test, gait test, 걸음검사)

방법 한쪽 방향으로 빛이나 소음이 없는 조용한 방에서 6m의 직선 위를 전진과 후진으로 걷게 한다. 그리고 같은 방법으로 눈을 가리고 걷게하여 비교한다. 이때 안정감, 속도, 보폭, 신체의 동요 등을 면밀히 관찰한다.

판정 눈을 가리고 6m 전진에서 1m 이상, 후진에서 1.5m 이상 직선에서 벗어날 때 이상으로 판정하며, 3회를 시행해서 같은 방향으로 벗어날 때를 편의 경향이 있다고 할 수 있다.

체평형검사는 유용한가?

이러한 체평형검사의 임상적 유용성에 대해서 의문을 갖는 경우가 많다. Yagi¹⁵⁾는 Romberg검사는 현기증 환자의 겨우 4.3%, 말초질환환확실례의 4.3%, 중추질환확실례의 17.3%에서 이상이 나타난다고 하였고, Mann 검사는 각각 30.7%, 36.0%, 54.6%에서, 족담검사는 각각 30.3%, 28.3%, 54.6%에서 이상이 나타나 검사간에 이상 발현율이 차이가 있으며, 水越²⁰⁾는 Mann 과 Romberg 검사에서 현훈증 환자의 59.4%에서 이상이 나타나며 시운동성안진검사 등 기타 평형검사에서도 현훈증 환자의 31.8%~71.9%에서만 이상이 나타난다고 보고하고 있다. 이렇게 체평형검사의 이상 출현율이 검사에 따라서 상당히 낮지만 이것은 모든 평형검사의 이상 출현율이 상당히 차이가 많다는 점을 이해해야 하며, 모든 검사는 상호보완적으로, 그리고 종합적으로 판단해야 된다는 점을 명심해야 한다.

체평형검사는 표2와 같이 국소진단적 가치는 떨어지지만 평형검사의 기본검사로 진료실에서 특별한 기구나 설비없이 간단히 실시하여 전체적으로 평형장애의 성질과 정도를 평가하

Table 2. Diagnostic significance of neurootological tests

Test	Central lesion	Peripheral lesion	Evaluation of severity
Audiometry	+	++	±
Body balance tests	±	±	++
Nystagmus tests	++	++	+
Caloric test	+	++	±
Rotation test	++	-	±
OKN & OKAN	++	-	++
Eye tracking	++	-	-
Dynamic posturography	++	++	++

Good ++, Moderate +, Questionable ±, Poor -

고, 경과관찰 및 치료효과를 관찰할 수 있는 장점이 있다. 이러한 장점과 각 질환에서의 평형장애의 성질을 이해하고 진료실에서 간단히 시행하면 진료에 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

References

1. 吉本 裕:めまい, 平衡機能の検査. 耳鼻咽喉科. 頭頸部外科MOOK 6: 143~149, 1988.
2. 宮田 英雄: 指示, 書字, 歩行, 足踏検査. 平衡機能検査の 實際(日本平衡神 經學會編), 第1版, 東京, 南山堂, pp. 133~141, 1986.
3. 水越鐵理:めまい. 平衡障害の診断と治療, 現代醫療社, 東京, 1988.
4. 時田 喬: 平衡機能検査-體平衡機能検査-, 耳鼻喉 58: 757~762, 1986.
5. 時田 喬: 平衡機能検査各論. 平衡機能検査の 實際(日本平衡神經學會編), 第 1版, 東京, 南山堂, pp. 121~133, 1986.
6. 徳増 厚二: 體平衡検査. JOHNS, 9: 1289~1289, 1987.
7. 徳増 厚二: 四肢および 軀幹の 直ち立り, 偏倚検査. めまい-その基礎と臨床(小松崎 篤 編), 東京, 醫藥ジャーナル社, pp. 91~107, 1986.
8. 徳増 厚二, 加藤 功, 吉本 裕, 等: 平衡機

能検査法基準化のための資料.

Equilibrium Res 47: 221~244, 1988.

9. Asai M, Ohashi N, Watanabe Y, et al: Clinical evaluation of body sway test as routine examination. Equilibrium Res 43: 276~289, 1984
10. Baloh RW, Honrubia v: Clinical neurophysiology of the vestibular system. 2nd ed. Philadelphia, F. A. Davis Co., 1990.
11. Taguchi K, Ijima M, Suzuki T: Computer calculation of movement of body's center of gravity. Acta Otolaryngol 85: 420~425, 1978.
12. Tokita T, Tomura Y, Takagi K, et al: Diagnosis of otolith and semicircular canal lesions by galvanic nystagmus and spinal reflexes. Practica Otologica Kyoto Suppl 2: 102~112, 1986.
13. Uemura T, Suzuki J, Hozawa J, Highstein SM: Neurootological examination. 1st ed. Tokyo, Ikaku Shoin, 1977.
14. Watanabe Y, Sawa M, Mizukoshi K: A new stimulation in the galvanic body sway test. Equilibrium Res 43: 55~59, 1984.
15. Yagi T: Vertigo, deafness, and tinnitus, Kanehara Co., Tokyo, 1988.
16. Yoneda s, Tokumasu K: Frequency analysis of body sway in upright posture. Acta Otolaryngol 102: 87~92, 1986.