

2000

익지 · 보조기 기사 연수교육

보건복지부 국립재활원

◆ 목 차 ◆

■ 보건의료법규

제 1 장 장애인복지법	13
1. 총 칙	13
2. 재활보조기구	14
제 2 장 국민건강보험법	23
1. 장애인보장구에 대한 보험급여기준 등	23
2. 보장구에 대한 공단의 부담금액	24
3. 기 타	24

■ 해부생리학

제 1 장 서 론	41
1. 계통해부학	41
2. 해부학적 기본지식	41
3. 골격	44
제 2 장 골격계통 (Skeletal system)	45
1. 골격계통	45
2. 뼈의 구조	45
3. 관절	46
4. 척추	47
5. 상지	50
6. 하지	57
7. 흉곽	67

제 3 장 근육계통 (Muscular system)	72
1. 근육의 종류	72
2. 골격근의 구조	72
3. 관절운동과 근육	74
제 4 장 신경계통(Nervous system)	90
1. 신경세포의 구조와 기능	90
2. 신경계의 분류	92
3. 팔의신경	97
4. 다리신경	99
5. 몸통신경	102
제 5 장 내장계통 (Visceral system)	103
1. 주요 장기	103
2. 호흡기계	105
3. 내분비	107
제 6 장 순환기계통(Circulatory system)	109
1. 맥관계(혈관계, 림프계)	109
2. 심장	110
3. 혈액의 순환	112
4. 혈관의 구조	115
5. 동맥	116
6. 정맥	117
■ 참고문헌	118

■ 재활의학

제 1 장 재활의학 총론	121
1. 머리말	121
2. 치료분야	122
3. 재활 팀의 구성	123
4. 재활의학의 중요성 증대	125

제 2 장 재활의학의 임상적평가	127
1. 머리말	127
2. 재활의학적 평가의 특징	127
3. 병 력	129
4. 이학적 검사(진찰)	131
5. 자립 동작 평가	134
6. 목표 정하기와 문제 목록의 작성	135
제 3 장 뇌졸중 환자의 재활	136
1. 머리말	136
2. 병태 생리	137
3. 뇌졸중의 위험 인자	137
4. 뇌졸중의 예방	137
5. 급성기 뇌졸중의 재활치료	138
6. 운동 장애에 대한 재활치료	139
7. 뇌졸중에 동반되는 여러 문제	139
제 4 장 외상성 뇌손상 환자의 재활	141
1. 머리말	141
2. 외상성 뇌손상 환자의 분류	141
3. 뇌손상 정도의 평가 방법	142
4. 외상성 뇌손상 환자의 예후	144
5. 외상성 뇌손상환자의 재활	146
제 5 장 척수손상의 재활	148
1. 머리말	148
2. 척수손상의 분류	149
3. 척수 손상에 의한 장애	150
4. 합병증	151
제 6 장 뇌성마비 환자의 재활	155
1. 뇌성마비의 정의	155
2. 뇌성마비의 원인	155
3. 뇌성마비의 유형	156

4. 뇌성마비의 진단	157
5. 뇌성마비의 재활치료	159
제 7 장 요통관리	162
1. 척추의 구조	162
2. 요통의 발생기전 및 원인	164
3. 요통의 증상 및 진단	165
4. 요통의 치료 및 관리	167
■ 참고문헌	173

■ 정형외과학

제 1 장 정형외과학 개론	177
1. 서 론	177
2. 연부조직의 치료	178
3. 골의 치료	180
4. 관절의 치료	182
5. 사지 부동	183
6. 석고 붕대	184

제 2 장 골절 탈구의 개론	185
1. 골절의 정의 및 분류	185
2. 탈구	188
3. 골절 탈구의 진단	188
4. 골절 및 탈구의 치료	189
5. 골절 및 탈구의 합병증	193
6. 특수한 골절	197
7. 슬관절 인대 손상	197

제 3 장 절 단	201
1. 절단의 적응증	201
2. 절단의 종류	201
3. 상지의 절단	201

4. 하지의 절단	203
5. 소아기 절단	204
6. 절단의 합병증	205

제 4 장 감염 및 염증성 질환 207

1. 퇴행성 관절염	207
2. 급성 혈행성 골수염	209
3. 만성 골수염	210
4. 골관절 결핵	211
5. 류마티드 관절염	212

■ 재활 치료학

제 1 장 물리치료(Physical therapy) 221

1. 물리치료란 ?	221
2. 물리치료의 목적	221
3. 평가 방법	221
4. 물리치료의 종류	223

제 2 장 작업치료(Occupational therapy) 231

1. 작업치료란 ?	231
2. 작업치료의 목적	231
3. 작업치료학적 평가	232
4. 작업치료적 접근 방법	234
5. 작업치료의 종류	235
6. 가정 프로그램의 교육과 추적 관찰	236

■ 참고문헌 237

■ 인체 운동학

1. 기본적인 신체의 위치	241
2. 신체면과 운동의 축	242
3. 수동운동과 능동운동	242

4. 관절운동의 표현	243
5. 관절가동범위	245
6. 도수근력검사	248
7. 신체 계측	251
8. 보행	252
9. 병적 보행	260
■ 참고문헌	263

■ 생체 역학

1. 생체역학의 개념	267
2. 생체역학의 범위 및 구성	270
3. 생체역학을 위한 기초지식	270
4. 생체역학 관련 분야	274
■ 참고문헌	278

■ 재활공학

제 1 장 재활공학 총론	281
1. 서 론	281
2. 재활공학의 내용	282
제 2 장 기구학	284
1. 서 론	284
2. 순간중심	289
제 3 장 기계공작법	294
1. 주 조	294
2. 소성가공	296
3. 용 접	299
4. 절삭이론	303
5. 연삭기	311

제 4 장 컴퓨터 기초	315
1. 컴퓨터란 무엇인가	315
2. 하드웨어	315
3. 소프트웨어	317
4. 운영체제(OS)	318
5. 컴퓨터 네트워크	318
6. 인터넷	319
7. 장애인과 컴퓨터	320
제 5 장 전기전자기초 및 제어이론	327
1. 전기 전자 회로	327
2. 전기 전자 제어	330
3. 재활공학에서의 전기 및 전자	333
■ 참고문헌	342

■ 재 료 학

제 1 장 재료 역학	345
1. 재료 역학의 기초	345
2. 하중의 방향	347
3. 응력 집중	347
4. 응력-변형 곡선	348
5. 재료시험과 파괴	350
6. 허용응력과 안전율	361
제 2 장 의지보조기 재료	362
1. 금속재료	362
2. 고분자재료	367
■ 참고문헌	377

보건 의료법규

유원곤(보건복지부 재활지원과 과장)

제 1 장 장애인복지법

- 재활보조기구관련

1. 총칙

가. 장애인의 정의

장애인은 신체적·정신적 장애로 인하여 장기간에 걸쳐 일상생활 또는 사회생활에 상당한 제약을 받는 자를 말한다.

- (1) 신체적 장애라 함은 주요 외부신체기능의 장애, 내부기관의 장애 등을 말한다.
- (2) 정신적 장애라 함은 정신지체 또는 정신적 질환으로 발생하는 장애를 말한다.

나. 장애인복지의 기본이념

33 장애인복지의 기본이념은 장애인의 완전한 사회참여와 평등을 통한 사회통합을 이루는데 있다

다. 장애인의 권리

- 42 (1) 장애인은 인간으로서의 존엄과 가치를 존중받으며, 이에 상응하는 처우를 받는다.
- 43 (2) 장애인은 국가·사회의 구성원으로서 정치·경제·사회·문화 기타 모든 분야의 활동에 참여할 권리가 있다.

라. 장애인의 종류

- ㉠ 지체장애인 ㉡ 뇌병변장애인 ㉢ 시각장애인 ㉣ 청각장애인 ㉤ 언어장애인
- ㉥ 정신지체인 ㉦ 발달장애인 ㉧ 정신장애인 ㉨ 신장장애인 ㉩ 심장장애인

1. 85%

마. 장애유형별 · 등급별 현황 : 별첨

2. 재활보조기구

장애인복지법
5장

가. 재활보조기구

“재활보조기구”라 함은 장애인이 장애의 예방과 보완 및 기능의 향상을 위하여 사용하는 의지 · 보조기 기타 보건복지부장관이 정하는 보장구와 일상생활의 편의증진을 위하여 사용하는 생활용품을 말한다.

나. 재활보조기구의 교부

국가와 지방자치단체는 장애인의 신청이 있을 때에는 예산의 범위내에서 재활보조기구를 교부 · 대여 또는 수리하거나 재활보조기구의 구입 또는 수리에 필요한 비용을 지급할 수 있다.

(1) 재활보조기구의 교부 등 신청대상자

- 생활보호법에 의한 생활보호대상자인 장애인
- 제1호의 자와 유사한 자로서 보건복지부장관이 정하는 기준에 해당하는자

(2) 재활보조기구의 교부등의 결정

- ① 시장 · 군수 · 구청장은 신청을 받은 때에는 의료기관에 당해 장애인의 진단을 의뢰하고, 그 진단 결과에 따라 재활보조기구의 교부등의 여부를 결정하여야 한다. 다만, 교부등을 하여야 할 재활보조기구가 장애인의 일상생활의 편의증진을 위하여 사용하는 생활용품이거나 재활보조기구의 수리가 그 재활보조기구의 주요기능에 영향을 미치지 아니하는 정도의 가벼운 것인 경우에는 진단을 의뢰하지 아니 할 수 있다.
- ② 진단을 의뢰받은 의료기관은 다음의 사항을 기재한 진단서를 작성하여 진단을 의뢰한 시장 · 군수 · 구청장에게 제출하여야 한다.
- ㉠ 원래의 장애명

㉞ 현재의 증상

㉟ 재활의료가 필요한 경우 그 의료의 방법

㊱ 재활보조기구가 필요한 경우 그 종류·처방 및 제작상의 소견

(3) 재활보조기구의 교부 또는 수리의뢰

시장·군수·구청장은 재활보조기구를 교부 또는 수리하기로 결정한 때에는 당해 신청인에게 재활보조기구교부(수리) 의뢰서를 교부하여야 한다.

다만, 직접 재활보조기구를 구입하여 교부하는 경우에는 그러하지 아니하다.

(4) 재활보조기구의 교부 또는 수리절차 40조

① 재활보조기구의 교부 또는 수리를 받고자 하는 자는 재활보조기구 제조·수리업자에게 교부받은 의뢰서를 제출하고, 장애인등록증 또는 본인임을 증명할 수 있는 서류를 내보여야 한다.

② 재활보조기구의 교부 또는 수리를 의뢰받은 재활보조기구 제조·수리업자는 제출한 의뢰서에 따라 재활보조기구를 제조 또는 수리하여 당해 장애인에게 교부하여야 한다.

(5) 재활보조기구 교부 또는 수리비용의 청구

재활보조기구를 교부 또는 수리한 자는 재활보조기구교부(수리)비용청구서에 그가 교부 또는 수리한 재활보조기구가 처방대로 제조·수리되었는지에 관한 의료기관의 확인서를 첨부하여 시장·군수·구청장에게 제출하여야 한다. 다만, 의료기관의 진단을 받지 아니하는 경우에는 의료기관의 확인서를 첨부하지 아니한다.

(6) 재활보조기구의 교부 또는 수리를 위한 비용의 지급

① 시장·군수·구청장은 재활보조기구의 교부 또는 수리대상자증 재활보조기구를 교부하거나 수리하여 주는 것이 소요예산 및 재활보조기구의 이용 또는 제조·수리 측면에서 비효율적이거나 곤란한 경우에는 당해 장애인에게 그 비용을 지급할 수 있다.

- ② 비용의 지급기준은 매년 예산의 범위안에서 제조·수리비 등의 시기를 고려하여 보건복지부장관이 정한다.

다. 의지·보조기제조업소의 개설사실통보 등

- (1) 의지·보조기제조업을 하는 자는 그 제조업소를 개설한 후 7일 이내에 시장·군수·구청장에게 제조업소의 개설사실을 통보하여야 한다.

제조업소의 소재지변경 등 중요사항을 변경한 때에도 또한 같다.

① 의지·보조기제조업소의 개설사실통보

의지·보조기제조업소를 개설한 자는 그 제조업소를 개설한 후 7일 이내에 다음 각호의 서류를 첨부하여 시장·군수·구청장에게 제출하여야 한다.

- 시설 및 장비내역서 1부
- 제조·수리를 담당할 의지·보조기기사 자격증 사본 1부

- ② 의지·보조기제조업소의 개설 사실을 통보한 후 제조 또는 수리하여야 하는 의지·보조기는 규정에 의하여 보건복지부장관이 고시하는 의지·보조기로 한다.

- ③ 의지·보조기제조업소의 개설사실 통보후 다음 각호의 1에 해당하는 변경사항이 있는 때에는 그 변경사항을 시장·군수·구청장에게 통보하여야 한다. 다만, 그 제조업소의 소재지 변경으로 인하여 관할 관청이 다르게 되는 경우에는 통보서를 변경된 소재지를 관할하는 시장·군수·구청장에게 제출하여야 한다.

㉠ 제조업소의 명칭·개설자 또는 소재지의 변경이 있는 때

㉡ 의지·보조기기사의 변경이 있는 때

㉢ 휴업·폐업 또는 재개업을 하는 때

- ④ 시장·군수·구청장은 의지·보조기제조업소의 개설사실 또는 변경사실을 통보 받은 때에는 의지·보조기제조업소관리대장을 작성·관리하여야 한다.

- (2) 의지·보조기제조업자는 의지·보조기기사를 1명이상 두어야 한다.

다만, 의지·보조기제조업자 자신이 의지·보조기제조업자 자신이 의지·보조기기사인 경우에는 그러하지 아니하다.

- (3) 의지·보조기제조업자가 폐쇄명령을 받은 후 6월이 지나지 아니한 때에는 동일한 장소에서 동일한 제조업을 하여서는 아니된다.
- (4) 의지·보조기제조업자는 의사의 처방에 따라 의지·보조기를 제조 또는 개조하여야 한다.

라. 의지·보조기제조업소의 폐쇄 등

- (1) 시장·군수·구청장은 의지·보조기제조업자가 다음 각호의 1에 해당하는 경우에는 제조업소의 폐쇄를 명할 수 있다.
 - ① 의지·보조기기사를 두지 아니하고 의지·보조기제조업을 한 때
 - ② 영업정지처분기간중에 영업행위를 하거나 3회이상 영업정지처분을 받은 때
- (2) 시장·군수·구청장은 의지·보조기제조업자가 의지·보조기제조업을 함에 있어 고의 중대한 과실로 의지·보조기착용자의 신체에 손상을 가한 사실이 있는 때에는 6월의 범위안에서 그 영업의 정지를 명할 수 있다.

마. 의지·보조기기사자격증의 교부 등

- (1) 보건복지부장관은 다음 각호의 1에 해당하는 자로서 국가시험에 합격한 자에게 의지·보조기기사의 자격증을 교부한다.
 - ① 고등교육법에 의한 전문대학 또는 이와 동등이상의 학력이 있다고 교육부장관이 인정하는 학교에서 보건복지부령이 정하는 의지·보조기 관련 교과목을 이수하고 졸업한 자
 - ② 보건복지부장관이 인정하는 외국에서 제1호에 해당하는 학교와 동등이상의 교육과정을 이수하고 외국의 해당 의지·보조기기사의 자격증을 교부받은 자

※ 자격증의 교부신청 방법

○의지·보조기기사자격증(이하 “자격증”이라 한다)을 교부받고자 하는자는 신청서에 다음 각호의 서류를 첨부하여 보건복지부장관에게 제출하여야 한다.

- ① 졸업증명서 또는 이수증명서 1부. 다만, 외국학교 출신자의 경우에는 외국 학교의 졸업증명서 또는 이수증명서 및 의지·보조기기사자격증 사본 각 1부
- ② 정신질환자, 마약·대마 또는 향정신성의약품중독자가 아님을 증명하는 의사의 진단서 1부
- ③ 정면 상반신 반명합판(3센티미터×4센티미터) 사진2매

○ 보건복지부장관은 자격증의 교부신청을 받은 때에는 그 신청인에게 자격증의 교부를 신청한 날부터 2월 이내에 자격증을 교부하여야 한다.

(2) 의지·보조기기사의 자격증을 분실 또는 훼손한 자에게는 그 신청에 의하여 이를 재교부한다.

※ 자격증의 재교부신청 등

○ 의지·보조기기사는 자격증을 잃어버렸거나 헛어 못쓰게 된 때 또는 자격증의 기재사항에 변경이 있어 재교부를 받고자 하는 경우에는 신청서에 다음 각호의 서류를 첨부하여 보건복지부장관에게 제출하여야 한다.

- ① 의지·보조기기사자격증(자격증을 잃어버린 경우에는 그 사유설명서) 1부
- ② 6월 이내에 촬영한 상반신 반명합판(3센티미터×4센티미터) 사진2매
- ③ 변경사실을 증명할 수 있는 서류(자격증 기재사항의 변경으로 인한 재교부신청에 한한다) 1부

○ 보건복지부장관은 재교부 신청을 받은 때에는 자격등록대장에 그 사유를 기재하고 자격증을 재교부하여야 한다.

(3) 의지·보조기기사의 자격증은 타인에게 대여하지 못한다.

※ 자격증의 회수·반환 등

○ 보건복지부장관은 의지·보조기기사에 대한 자격취소 또는 자격정지처분을 한

때에는 지체없이 그 사실을 당해 의지·보조기기사 주소지를 관할하는 시·도지사에게 알려 시·도지사로 하여금 당해 자격증을 회수하여 보건복지부장관에게 제출하게 하여야 한다.

- 보건복지부장관은 의지·보조기기사의 자격정지기간이 만료된 때에는 제1항의 규정에 의하여 회수된 자격증을 관할 시·도지사를 거쳐 당해 의지·보조기기사에게 돌려주어야 한다.

[표] 의지·보조기관련 교과목

구 분	교 과 목
법 규(1)	보건의료법규
의 학(4)	해부·생리학
	재활의학(정형외과학을 포함한다)
	재활치료학(물리치료학 및 작업치료학을 포함한다)
	인체운동학
공 학(3)	생체역학
	재활공학(설계 및 제도학을 포함한다)
	의지·보조기 재료학
전 문(6)	의지·보조기학개론
	상지의지학
	하지의지학
	상지보조기학
	하지보조기학
	척추보조기학

다. 응시자격의 제한 등

(1) 아래에 해당하는 자는 의지·보조기기사 국가시험에 응시할 수 없다.

① 정신질환자

② 마약·대마 또는 향정성신성의약품중독자

③ 금치산자·한정치산자·파산선고를 받고 복권되지 아니한 자

④ 이 법 또는 형법중 제234조·제317조제1항, 의료법, 국민건강보험법, 종전의 국민의료보험법, 의료보험법, 의료보호법, 보건범죄단속에관한특별조치법, 마약법, 대마관리법, 향정성신성의약품관리법 또는 후천성면역결핍증예방법에 위반하여 금고 이상의 형의 선고를 받고 그 형의 집행이 종료되지 아니하거나 집행을 받지 아니하기로 확정되지 아니한 자

(2) 부정한 방법으로 국가시험에 응시한 자 또는 국가시험에 관하여 부정행위를 한 자에 대하여는 그 수험을 정지시키거나 합격을 무효로 한다.

(3) 제2항의 규정에 의하여 수험이 정지되거나 합격이 무효로 된 자는 그 후 2회에 한하여 제64조의 규정에 의한 국가시험에 응시할 수 없다.

사. 보수교육

(1) 보건복지부장관은 의지·보조기기사에 대하여 자질을 향상시키기 위하여 필요한 보수교육을 받을 것을 명할 수 있다.

(2) 보수교육의 실시시기·실시방법 등 필요한 사항은 보건복지부령으로 정한다.

※ 보수교육의 대상 및 실시방법 등

○ 보수교육은 아래자에 대하여 실시 한다.

1. 의지·보조기기사 자격을 취득한 후 의지·보조기제조업에 신규로 종사하는 자

2. 의지·보조기기사의 업무를 수행함에 있어 고의 또는 중대한 과실로 의지·보

- 조기착용자의 신체에 손상을 가하여 자격의 정지처분을 받은 자
3. 보수교육을 연속하여 2회이상 받지 아니하여 6월의 범위내에서 자격이 정지된 자

○ 보수교육은 국립재활원장(보수교육실시기관장)이 실시한다.

○ 보수교육의 실시시기, 교과과정, 실시방법 기타 보수교육의 실시에 필요한 사항은 보수교육실시기관장이 정한다.

자. 자격의 취소

의지·보조기기사가 아래에 해당하는 때에는 그 자격을 취소 한다.

- (1) 타인에게 의지·보조기기사자격증을 대여한 때
- (2) 정신질환자, 마약·대마 또는 향정신성의약품중독자
- (3) 금치산자·한정치산자·파산선고를 받고 복권되지 아니한 자
- (4) 장애인복지법, 형법, 의료법, 국민건강보험법 등 관련법에 위반하여 금고이상의 형의 선고를 받고 그 형의 집행이 종료되지 아니하거나 집행을 받지 아니하기로 확정되지 아니한 자
- (5) 자격정지처분기간중에 그 업무를 행하거나 자격정지처분을 3회 받은 때

차. 자격의 정지

의지·보조기기사가 다음 각호의 1에 해당하는 때에는 6월의 범위 안에서 그 자격을 정지시킬 수 있다.

- (1) 의지·보조기기사의 업무를 수행함에 있어 고의 또는 중대한 과실로 의지·보조기착용자의 신체에 손상을 가한 사실이 있는 때
- (2) 보수교육을 연속하여 2회이상 받지 아니한 때

카. 의지·보조기기사 국가시험의 특례

다음 각호의 1에 해당하는 자로서 연수교육을 이수한 자는 2002년 12월 31까지 실시하는 의지·보조기기사 국가시험중 필기시험을 면제한다.

- (1) 고등교육법에 의한 전문대학 이상의 학교에서 의지·보조기관련 교과목을 이수한 자로서 3년 이상 의지·보조기 제조업에 종사한 자
- (2) 5년 이상 의지·보조기 제조업에 종사한 자

제 2 장 국민건강보험법

- 장애인보장구 보험급여관련

1. 장애인보장구에 대한 보험급여기준 등

- (1) 장애인보장구에 대한 보험급여의 범위 및 공단의 부담금액 등은 보건복지부령으로 정한다.(별첨 참조)
- (2) 장애인보장구에 대한 보험급여를 받고자 하는 자는 보장구급여비지급청구서에 다음 각호의 서류를 첨부하여 국민건강보험공단에 제출하여야 한다. 다만, 지팡이·목발·휠체어(2회 이상 신청시에 한한다) 및 현지팡이의 경우에는 제2호의 서류를 첨부하지 아니한다.
 - ① 장애인복지법에 의하여 발행된 장애인등록증 사본 1부
 - ② 의사가 발행한 보장구처방전 및 보장구검수확인서 각 1부
 - ③ 요양기관 또는 보장구 제작·판매자가 발행한 영수증 1부
- (3) 보장구급여비의 지급청구를 받은 공단은 지체없이 공단의 부담금액을 지급하여야 한다.

※ 장애인보장구에 대한 보험급여기준

● 일반원칙

- (1) 보장구는 재료의 재질·형태·기능 및 종류를 불문하고 동일 보장구의 유형 별로 내구연한내에 1인당 1회에 한하여 보험급여를 한다. 다만, 동일 유형의 팔 또는 다리 의지를 양측으로 장착하거나 손가락 의지를 2개 이상 장착하는 경우에는 각각을 1회로 한다.

- (2) 진료담당의사가 훼손 및 마모 등으로 계속 장착하기 부적절하거나 기타 부득이한 이유로 교체하여야 할 필요가 있다고 판단하여 보장구처방전을 발행한 경우에는 내구연한내라도 보험급여를 할 수 있다.
- (3) 보장구중 실리콘형 다리 의지는 절단후 남아있는 신체부분(stump)이 불안정하여 실리콘형 소켓이 필요하다는 진료담당의사의 의학적 소견이 있는 경우에만 한다.
- (4) 보장구에 대한 보험급여는 유형별 기준액 이내로 한다.
- (5) 뇌병변장애인에 대한 휠체어는 보행이 불가능하거나 현저하게 제한된 장애등급 제1급 및 제2급의 경우에 한한다.

2. 보장구에 대한 공단의 부담금액

- (1) 기준액 이내의 보장구를 구입한 경우에는 실구입가의 80%에 해당하는 금액
- (2) 기준액을 초과하는 보장구를 구입한 경우에는 기준액의 80%에 해당하는 금액

※ 보장구 의료보험(보호) 급여

- 지원대상 : 등록장애인
- 지원내용(급여내용)
 - 의료보험대상자 : 적용대상품목의 상한액 범위 내에서 구입비용의 80%지원
 - 의료보호대상자 : 적용대상품목의 상한액 범위 내에서 전액지원

3. 기 타

- (1) 보장구의 제작 또는 장착 등을 위하여 요양기관에서 행한 진찰 · 검사 · 처치등은 요양급여로 본다.
- (2) 보장구의 사용에 소요되는 건전지 등 소모품의 구입비용과 수리 비용에 대하여는 공단이 부담하지 않는다.

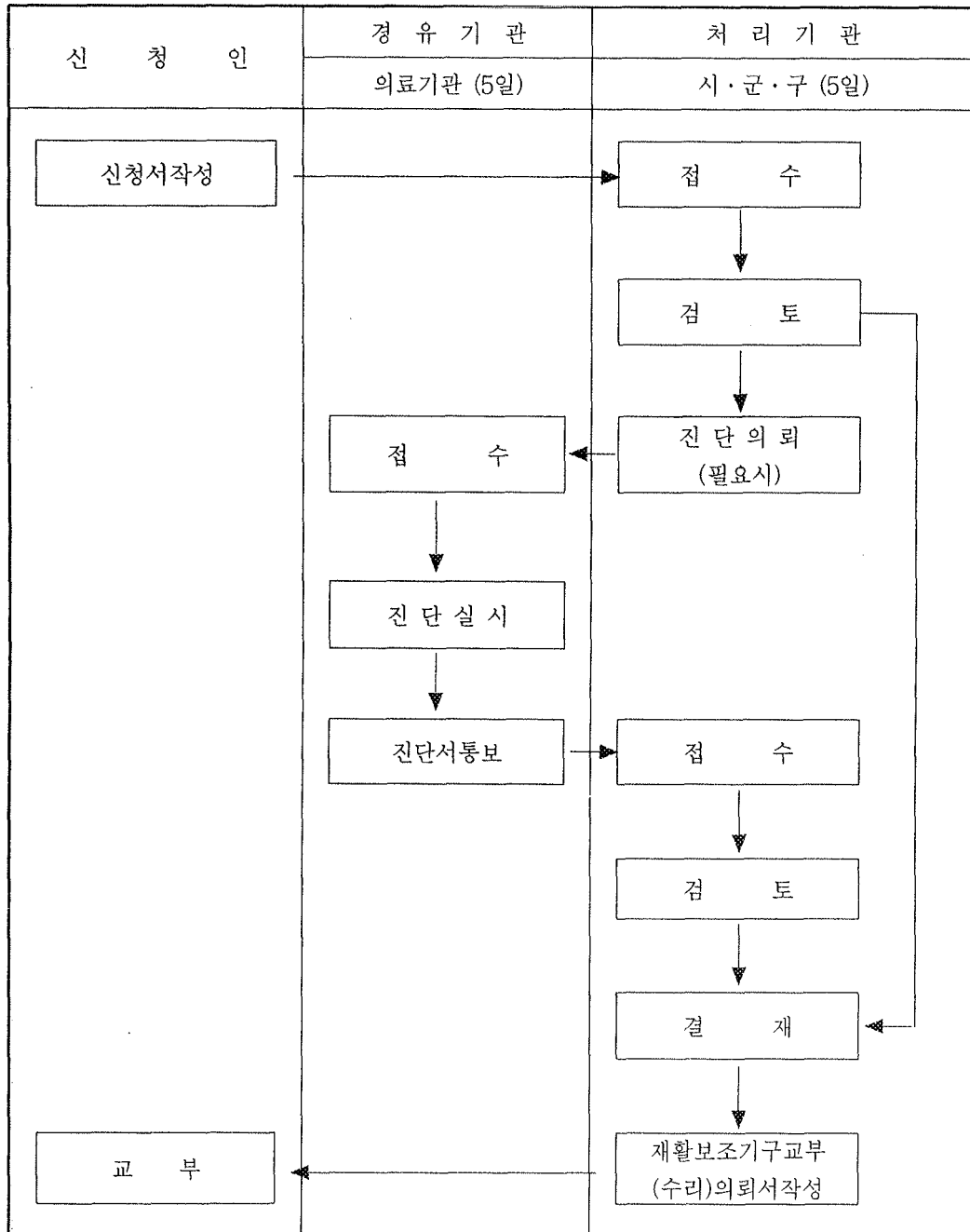
<첨 부>

□ 장애유형별 · 등급별 등록 현황

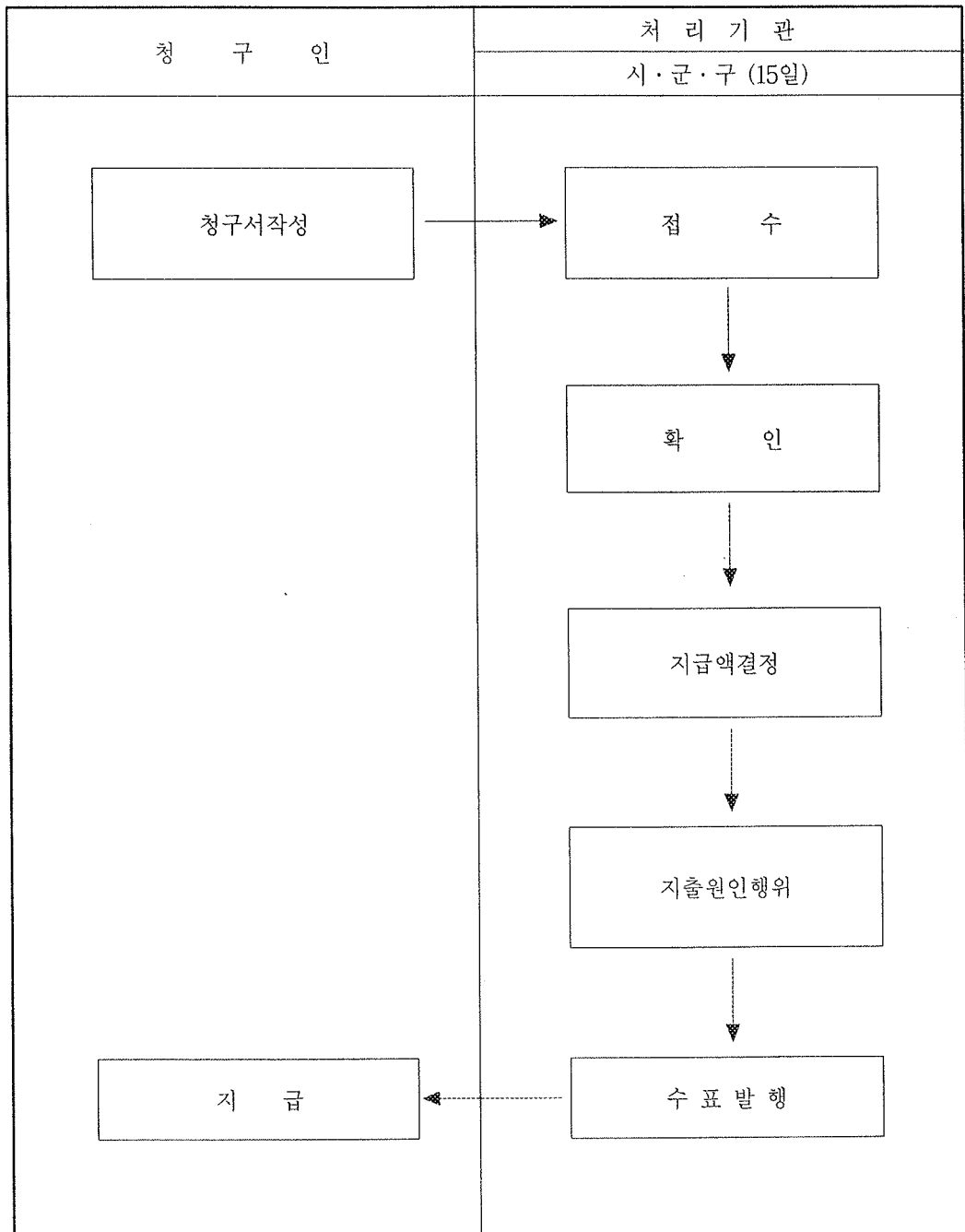
(2000. 3월말현재, 단위 : 명)

유형별 등급별	비율 (%)	계	지체	뇌병변	시각	청각 · 언어	정신 지체	발 달 (지체)	정신	신장	심장
계	100.0	795,408	534,876	7,816	66,051	73,794	79,088	615	12,198	18,353	2,617
1급	11.7	93,412	41,134	1,898	19,523	871	26,061	167	3,155	434	189
2급	22.0	174,623	82,293	2,263	4,240	33,712	31,696	264	5,333	13,393	829
3급	22.0	174,832	128,143	1,961	3,304	14,580	21,331	184	3,730	-	1,599
4급	16.7	132,739	115,339	802	4,140	12,357	-	-	-	101	-
5급	14.5	115,414	101,663	467	8,166	1,293	-	-	-	3,825	-
6급	13.1	104,388	66,304	425	26,678	10,981	-	-	-	-	-

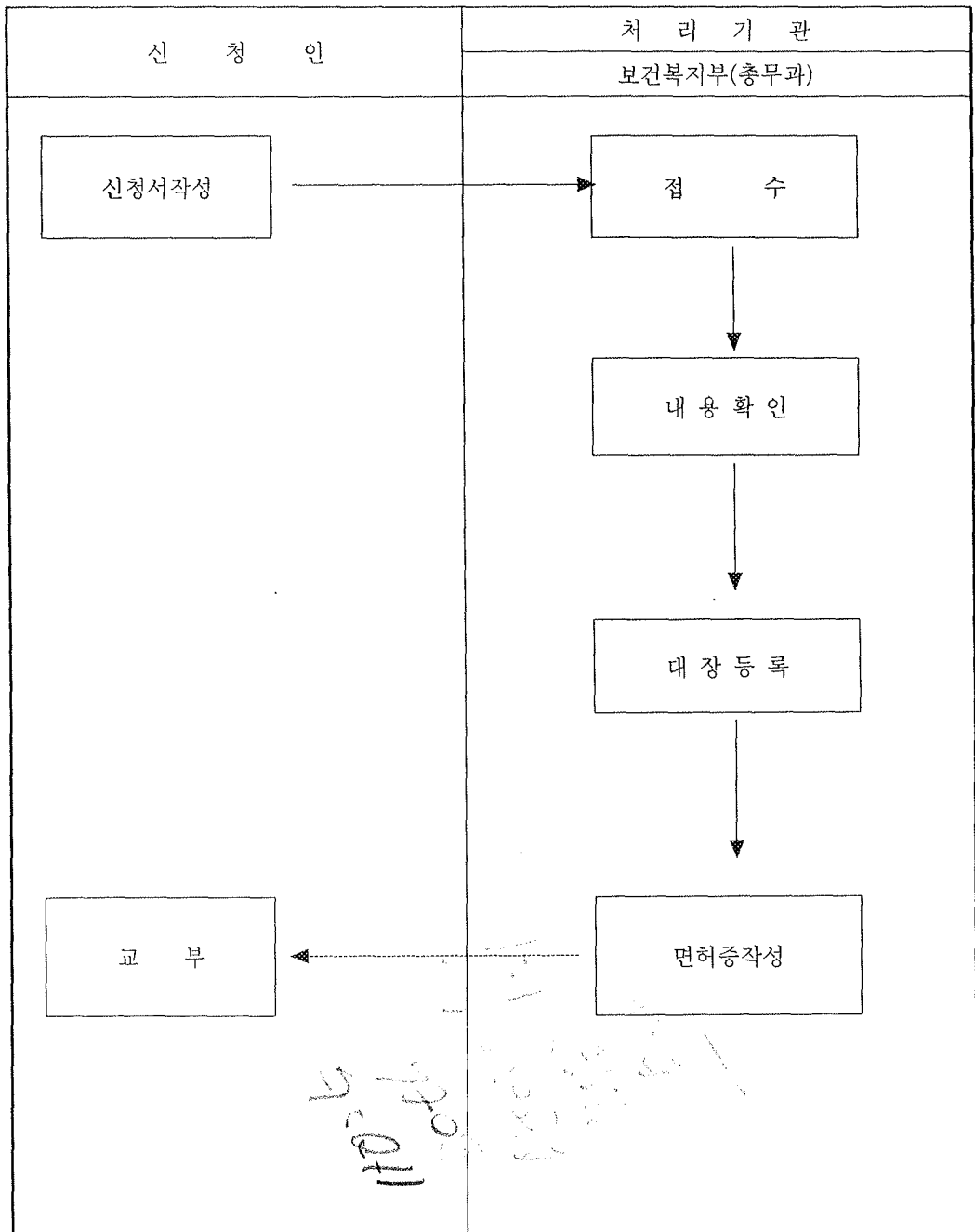
□ 재활보조기구 교부(대여·수리)신청



□ 재활보조기구교부(수리)비용청구



□ 의지 · 보조기기사자격증재교부신청



<첨 부>

보험급여대상 장애인보장구의 유형 · 기준액 및 내구연한

분류	유 형	용 도	구분	기준액 (원)	내구 연한
팔 의지	어깨가슴 의지 (fore-quarter amputation prosthesis)	어깨뼈 및 어깨관절을 포함한 팔전체가 상 실된 경우 사용	미관형	510,000	5년
			기능형	1,000,000	
	어깨관절 의지 (shoulder disarticulation amputation prosthesis)	어깨뼈를 제외하고 어깨관절부터 팔전체가 상실된 경우 또는 어깨관절부터 위팔뼈 길이의 30% 이하를 남기고 팔이 상실된 경우 사용	미관형	500,000	
			기능형	1,000,000	
	짧은 위팔 의지 (short above-elbow amputation prosthesis)	어깨관절부터 위팔뼈 길이의 30%~50%를 남기고 팔이 상실된 경우 사용	미관형	330,000	
			기능형	820,000	
	표준 위팔 의지 (standard above-elbow amputation prosthesis)	어깨관절부터 위팔뼈 길이의 50%~90%를 남기고 팔이 상실된 경우 사용	미관형	290,000	
			기능형	780,000	
	팔꿈치관절 의지 (elbow disarticulation amputation prosthesis)	어깨관절부터 위팔뼈 길이가 90% 이상 남 았거나 또는 팔꿈치관절이 절단된 경우 사 용	미관형	300,000	
			기능형	790,000	
	아주 짧은 아래팔 의지 (very short below-elbow amputation prosthesis)	팔꿈치관절부터 아래팔뼈 길이의 35%이하 를 남기고 팔이 상실된 경우 사용	미관형	340,000	
			기능형	560,000	
	짧은 아래팔 의지 (short below-elbow amputation prosthesis)	팔꿈치관절부터 아래팔뼈 길이의 35%~ 55%를 남기고 팔이 상실된 경우 사용	미관형	240,000	
			기능형	460,000	
	표준 아래팔 의지 (long below-elbow amputation prosthesis)	팔꿈치관절부터 아래팔뼈 길이가 55%이상 남았거나 또는 손목관절의 직상근위부를 남기고(손목관절은 상실) 팔이 상실된 경우 사용	미관형	240,000	
			기능형	460,000	
	손목관절 의지 (wrist disarticulation amputation prosthesis)	손목관절면을 남기고 손전체가 상실된 경 우 사용	미관형	240,000	
			기능형	460,000	
	손 의지 (cosmetic partial hand amputation prosthesis or functional partial hand amputation prosthesis)	손목뼈 또는 손바닥뼈 이하의 일부 또는 전부가 상실된 경우 사용	미관형	160,000	
			기능형	570,000	

분류	유 형	용 도	구분	기준액 (원)	내구 연한
	손가락 의지 (cosmetic thumb or fingers amputation prosthesis)	엄지손가락 또는 기타 손가락의 근위지골 이하가 상실된 경우 사용	미관형	60,000	
다리 의지	한쪽편 골반 의지 (hind-quarter amputation prosthesis)	골반 한쪽편 및 엉덩이관절을 포함하여 다 리 전체가 상실된 경우 사용하며 보통의족 을 포함		1,070,000	5년
	엉덩이관절 의지 (hip disarticulation prosthesis)	골반을 제외하고 엉덩이관절부터 다리 전 체가 상실된 경우 또는 엉덩이관절부터 넓 적다리뼈 길이의 25% 이하를 남기고 다리 가 상실된 경우 사용하며 보통의족을 포함		1,070,000	
	넓적다리 의지 (above knee prosthesis)	엉덩이관절부터 넓적다리뼈 길이의 25%~ 80%를 남기고 다리가 상실된 경우 사용하 며 보통의족을 포함	일반형	1,000,000	
			실리콘형	1,520,000	
	넓적다리체중부하 의지 (above knee end-bearing prosthesis)	엉덩이관절부터 넓적다리뼈 길이의 90% 이상을 남기고 다리가 상실된 경우 사용하 며 보통의족을 포함	일반형	1,000,000	
			실리콘형	1,520,000	
	무릎관절 의지 (knee disarticulation prosthesis)	무릎관절이 절단된 경우 사용하며 보통의 족을 포함	일반형	950,000	
			실리콘형	1,350,000	
	종아리굴곡체중부하 의지 (bent-knee end-bearing prosthesis)	무릎관절부터 종아리뼈 길이의 15% 이하 를 남기고 다리가 상실된 경우 사용하며 보통의족을 포함	일반형	950,000	
			실리콘형	1,350,000	
	짧은 종아리 의지 (very short below-knee amputation prosthesis)	무릎관절부터 종아리뼈 길이의 15%~20% 를 남기고 다리가 상실된 경우 사용하며 보통의족을 포함	일반형	610,000	
			실리콘형	1,090,000	
	종아리 의지 (conventional or patellar tendon bearing below-knee amputation prosthesis)	무릎관절부터 종아리뼈 길이의 20% 이상 을 남기고 다리가 상실된 경우 사용하며 보통의족을 포함	일반형	540,000	
			실리콘형	1,080,000	
	싸임식 발목관절 의지 (Syme amputation prosthesis)	발목관절 직상근위 정강뼈부위를 남기고 (발목관절은 상실) 다리가 상실된 경우 사 용하며 보통의족을 포함	일반형	460,000	
			실리콘형	840,000	
	의족 (foot amputation prosthesis)	발이 상실된 경우 사용	일반형	170,000	
			실리콘형	540,000	

분류	유 형	용 도	구분	기준액 (원)	내구 연한
팔 보조기	어깨뼈 외전 보조기 (Airplane splint)	어깨부위의 뼈나 근육이 손상되어 어깨관 절과 위팔을 받쳐주어 손상부위를 보호하 기 위한 경우 사용		250,000	3년
	긴 팔 보조기 (long arm brace) - 일반형	팔꿈치관절 운동을 제한 또는 고정하는 경 우 또는 팔꿈치관절과 손목관절을 동시에 고정하는 경우에 사용하며 2차적으로 관 절운동의 제한 범위를 재조정할 필요성이 없는 경우 사용		190,000	
	긴 팔 보조기 - 각도조절형	손목의 관절운동을 제한하거나 고정하는 경우 또는 팔꿈치관절과 손목관절을 동시 에 고정하는 경우에 사용하며 착용과정 에서 2차적인 관절운동의 제한범위 조정이 필요한 경우 사용		190,000	3년
	짧은 팔 보조기 (short arm brace)	손목의 관절운동을 제한 또는 고정하는 경 우 사용		80,000	
	손가락관절 보조기 (universal cuff)	손가락이 마비된 경우 기능발휘를 위한 경 우 사용		40,000	
척추 보조기	목뼈 보조기 - 필라델피아 (Philadelphia)	머리와 목뼈의 회전, 굴곡을 제한하는 경 우에 중등도 환자에 사용하는 소형 칼라식 보조기		70,000	3년
	목뼈 보조기 - 토마스소프트칼라 (Thomas Soft Collar)	굴곡, 신전 조절이 가능한 경증환자에 사 용하는 소형 칼라식 보조기		60,000	
	목뼈 보조기 - cervical Jacket	중증환자를 위한 가슴, 어깨, 머리위 전 체를 덮는 플라스틱으로 성형된 보조기		380,000	
	척추 보조기 - 나이트-테일러식 (Knight Taylor type dorsal lumbar spinal brace)	등·허리뼈의 관절운동을 모두 제한 또는 고정하는 경우 사용		120,000	
	허리·엉치뼈 보조기 - 윌리엄식 (William type lumbar· sacral spinal brace)	허리·엉치뼈의 관절운동을 제한 또는 고 정하는 경우 사용		170,000	
	등·허리·엉치뼈 보조기 - 등·허리·엉치뼈 재킷 (TLSO식 Jacket)	등·허리 또는 허리·엉치뼈의 관절운동을 모두 제한 또는 고정하는 경우 사용하는 프라스틱으로 성형된 보조기		360,000	

분류	유 형	용 도	구분	기준액 (원)	내구 연한
	콜셋 (Corset)	허리뼈 관절운동을 제한 또는 고정하는 경 우 사용하는 것으로서 후면이 천으로 된 보조기		80,000	
골반 보조기	골반보조기 (pelvic band)	골반운동 특히 엉덩뼈· 엉치뼈의 관절운 동을 제한 또는 고정하는 경우 사용		120,000	3년
다리 보조기	긴 다리 보조기 (long leg brace) - 골반 보조기 부착 (long leg brace with pelvic band)	골반 보조기를 부착한 긴 다리 보조기로서 엉덩이관절을 포함하여 무릎 및 발목의 관 절운동을 제한 또는 고정하는 경우 사용		310,000	3년
	긴 다리 보조기 - 골반 보조기 미 부착 (long leg brace without pelvic band)	골반 보조기를 부착하지 않은 긴 다리 보 조기로서 엉덩이관절을 제외한 무릎 및 발 목의 관절운동을 제한 또는 고정하는 경우 사용		290,000	3년
	양쪽 긴 다리 보조기 (bilateral long leg brace for paraplegics)	팔· 다리마비일 때 양측 긴 다리 보조기로 서 골반 보조기가 부착되며 다리의 엉덩이 관절· 무릎관절 및 발목관절의 운동을 제 한 또는 고정하는 경우 사용		510,000	
	무릎관절 보조기 - 관절운동 제한장치 부착	무릎관절 또는 넓적다리무릎뼈관절의 운동 을 견고하게 제한 또는 고정하는 경우 사 용		180,000	
	무릎관절 보조기 - 레녹스힐(Lenox-Hill)	무릎인대 손상시 무릎관절축 회전운동을 방지하기 위한 경우 사용		160,000	
	무릎관절 보조기 - 무릎 안쪽 및 바깥쪽 결인대 손상 및 앞 십 자인대 손상용	무릎 안쪽 및 바깥쪽 결인대 손상 및 앞 십자인대 손상시 무릎관절축의 회전운동을 방지하기 위하여 경증환자에게 사용하는 보조기		80,000	
	짧은 다리 보조기 (short leg brace) - 무릎관절 체중부하식 (patellar tendon bearing 식)	종아리 또는 발목관절의 안정을 위해 플라 스틱형 브림을 사용한 체중부하용 보조기		270,000	
	짧은 다리 플라스틱 보조기 (plastic ankle foot orthosis)	발목관절의 발등굽힘근육과 발바닥굽힘근 육의 안정을 위해 전체를 플라스틱으로 제 작한 보조기		70,000	

분류	유 형	용 도	구분	기준액 (원)	내구 연한
	발목관절 보조기 - 고정 (ankle joint stop brace)	발목의 관절운동을 고정하는 경우 사용		220,000	
	발목관절 보조기 - 크렌자크식 (Klenzak type ankle joint brace)	발목의 관절운동 특히 신전운동의 약화가 있는 경우 사용		220,000	
	발목관절 보조기 - 90° 고정 (90° ankle joint stop brace)	발목의 관절운동 특히 굴곡운동을 고정하는 경우 사용		140,000	
기 타 보 조 기 구	지팡이	지체장애 및 뇌병변장애에 대한 보행보조를 위한 보조기구		20,000	5년
	목발(crutches)			15,600	
	휠체어(wheel chair)			300,000	
	저시력보조안경	시각장애에 대한 시력개선이나 보행보조를 위한 보조기구		100,000	5년
	콘택트렌즈			80,000	3년
	돋보기			100,000	5년
	망원경			100,000	5년
	의안(plastic eye)			300,000	5년
	흰지팡이			14,000	1년
	보청기(hearing aid)	청각장애에 대한 청력개선을 위한 보조기구		250,000	5년
	체외용 인공후두	언어장애에 대한 음성기능개선을 위한 보조기구		500,000	5년

〈첨부〉 장애인보장구 관련 현황

□ 장애인 보장구 수요 추정

(단위 : 명, %)

구 분	장애인수(a)	보장구사용 장애인수(b)	b/a (%)	보장구필요 장애인수(c)	보장구 수요(b+c)
지체장애	696,200	296,600	42.6	74,500	371,100
시각장애	73,100	48,000	65.7	8,200	56,200
청각장애	153,400	78,500	51.2	28,200	106,700
언어장애	36,400	4,000	11.1	1,600	5,600
정신지체	69,700	1,100	1.6	2,200	3,300
계	1,028,800	428,200	41.6	114,700	542,900

※ ○ 1995년도 장애인 실태조사

○ 정신지체는 지체장애 등과 같이 중복장애로 사용하는 보장구가 포함됨

□ 보장구업체 현황

계	의지·보조기	휠체어	보청기	특수기관업체
185(100%)	157(84.9%)	9(5%)	12(6.5%)	7(3.6%)

□ 보장구업체의 설립형태

구 분	의지/보조기	휠체어	보청기	특수기관업체	전체
회사법인	1.9	83.3	12.5	-	6.5
조합및기타법인	-	-	-	100	4.1
개인	98.1	16.7	87.5	-	89.4
계	100(104)	100(6)	100(8)	100(5)	100(123)

※ ()안의 숫자는 '97년도 실태조사시 조사에 응한 업체임

□ 보장구업체의 업소면적

구 분	의지/보조기	휠체어	보청기	특수기관업체	전체
50m²미만	47.6	-	-	-	40.2
51~100m²미만	34.0	16.7	37.5	-	32.0
100~200m²미만	14.5	-	25.0	-	13.9
200~300m²미만	1.9	-	12.5	20.0	3.3
300m²이상	1.9	83.3	25.0	80.0	10.7
계	100.0 (103)	100.0 (6)	100.0 (8)	100.0 (5)	100.0 (122)

※ 1997 보장구업체 실태조사 결과

□ 보장구업체의 자산규모

(단위:%, 개소)

구분	의지/보조기	휠체어	보청기	특수기관업체	전체
5천만원 미만	36.2	-	12.5	-	32.1
5천만~1억원 미만	26.6	-	-	-	22.9
1억~3억원 미만	27.7	-	50.0	50.0	28.4
3억~10억원 미만	8.5	20.0	25.0	-	10.1
10억~30억원 미만	1.1	40.0	12.5	-	3.7
30억원이상	-	40.0	-	50.0	2.8
계	100.0 (94)	100 (5)	100 (8)	100.0 (2)	100.0 (109)

※ 1997 보장구업체 실태조사 결과

□ 보장구업체의 생산품 매출액

(단위:%, 개소)

구분	의지/보조기	휠체어	보청기	특수기관업체	전체
5천만원 미만	51.1	-	16.7	40.0	46.4
5천만~1억원 미만	28.7	20.0	-	20.0	22.4
1억~3억원 미만	13.8	-	50.0	20.0	15.5
3억~5억원 미만	4.3	-	-	-	3.6
5억~10억원 미만	1.1	20.0	-	-	1.8
10억~20억원 미만	1.1	20.0	-	20.0	2.7
20억원 이상	-	40.0	33.3	-	3.6
계	100.0 (94)	100 (5)	100 (6)	100.0 (5)	100.0 (110)

※ 1997 보장구업체 실태조사 결과

□ 보장구업종별 수출여부

(단위 : %, 개소)

구 분	의지/보조기	휠체어	보청기	특수기관업체	전체
수출한다	3.8	50.0	25.0	16.7	8.1
수출안한다	96.2	50.0	75.0	83.3	91.9
계	100.0 (104)	100.0 (6)	100.0 (8)	100.0 (6)	100.0 (124)

※ 주요 수출 품목 : 전동스쿠터·전동휠체어, 휠체어, 보청기, 실리콘의수, 의족, 보조기,
진동시계, 디지털 레코더, 지팡이 등

수출 금액 : 6,896백만원

□ 수입보장구의 품목 및 연간 수입량

(단위 : 천, 백만원)

구 분	의수족	보조기	휠체어	보청기	보장구 부품·재료	기타
연간수입량(96)	2,381	1,440	1,272 470	25,242 1,576	2,785	4,843

□ 생산·판매액 대비 수입보장구의 비율

(단위 : %)

구분	의지/보조기	휠체어	보청기	특수기관업체	전체
생산액 대비(평균)	24.0	30.0	67.5	20.0	25.8
판매액 대비(평균)	27.1	69.8	69.1	32.2	33.3

□ 보장구 산업의 문제점

(단위 : 개소, %)

문 제 점	업체수	응답률
보장구의 연구개발에 대한 정부지원 부재	77	61.6
생산업체 육성을 위한 정부정책 부재	73	58.4
시설·설비부족 및 낙후	57	45.6
시장의 협소성(판로문제)	44	35.2
전문인력 부족	38	30.4
유통구조의 문제	24	19.2
수입보장구의 관세감면제도	20	16.0
보장구의 표준 및 품질검사제도 부재	20	16.0
제작기술의 낙후	17	13.6
생산업체에 대한 세제혜택 부족	8	6.4
기타	13	10.4

※ · 1997 보장구업체 실태조사

· 응답률은 중복응답 비율임

해부생리학

장순자(국립재활원 뇌손상재활과장)	: 1장
이범석(국립재활원 척수손상재활과장)	: 2~3장
김원호(국립재활원 근골격재활과장)	: 4장
안형철(국립재활원 가정의학과장)	: 5~6장

1958年

제 1 장 서 론

1. 계통해부학

계통해부학이란 인체의 구조와 기능상 관련성이 있는 계통에 따라 연구하는 학문으로, 인체의 여러 기관은 다음과 같이 각 계통별로 구분할 수 있다.

가. 골격계통 (skeletal system)

나. 근육계통 (muscular system)

다. 내장계통 (visceral system)

- (1) 호흡기계통 (respiratory system)
- (2) 소화기계통 (digestive system)
- (3) 비뇨기계통 (urinary system)
- (4) 생식기계통 (reproductive system)
- (5) 내분비계통 (endocrine system)

라. 순환기계통 (circulatory system)

마. 신경계통 (nervous system)

바. 감각기 (sensory organs)

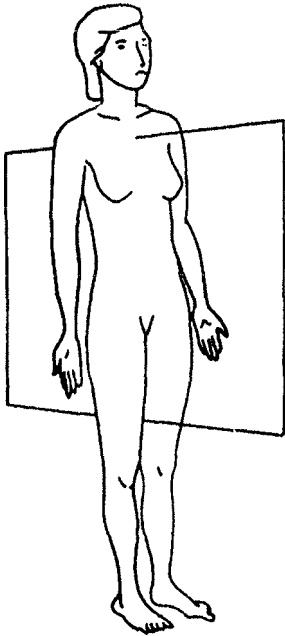
2. 해부학적 기본지식

가. 해부학적 자세 및 면

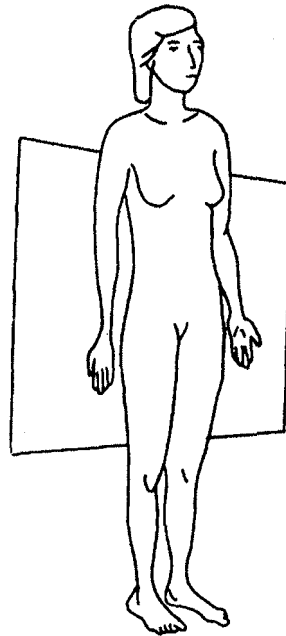
★ 해부학적 자세

똑바로 선 자세에서 머리와 눈, 발끝은 앞으로 향하고 양 팔과 양 손을 펴서 손바닥이 앞으로 향한 자세

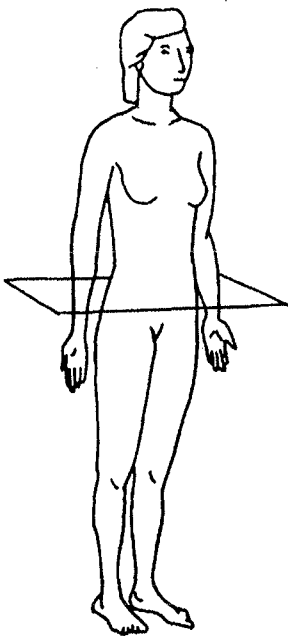
시상면
(1) 시상면 (sagittal plane)



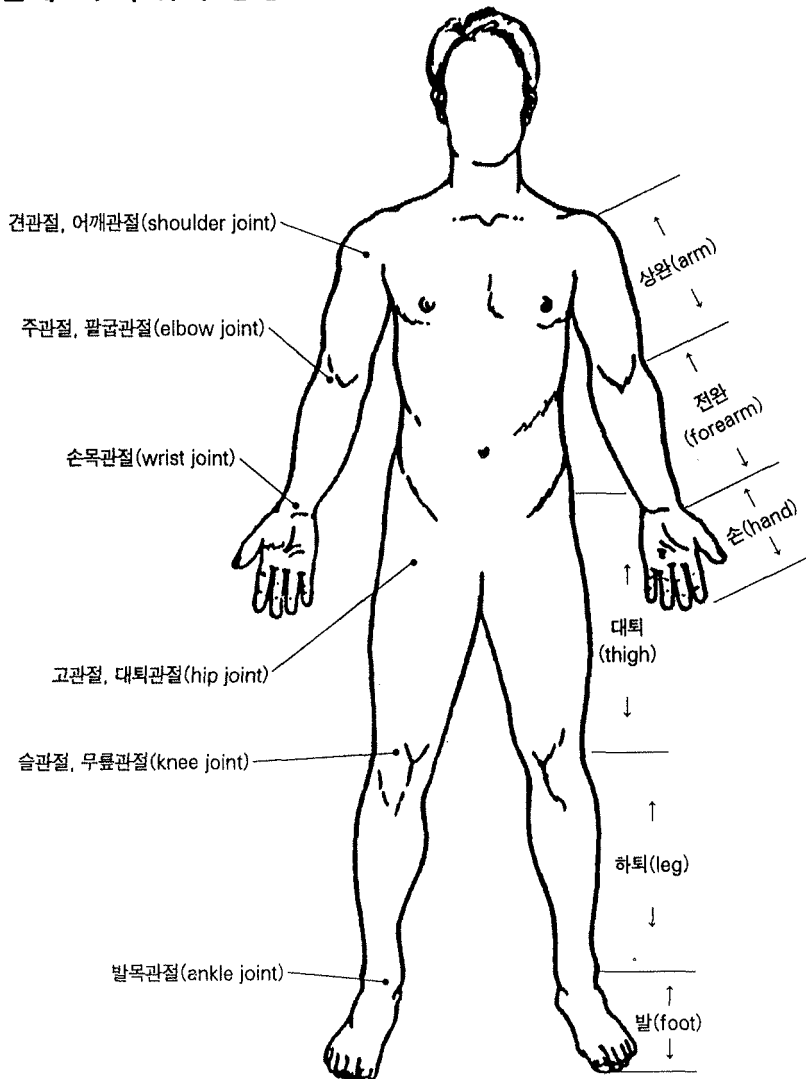
관상면
(2) 관상면 (coronal plane)



(3) 수평면 (transverse plane)



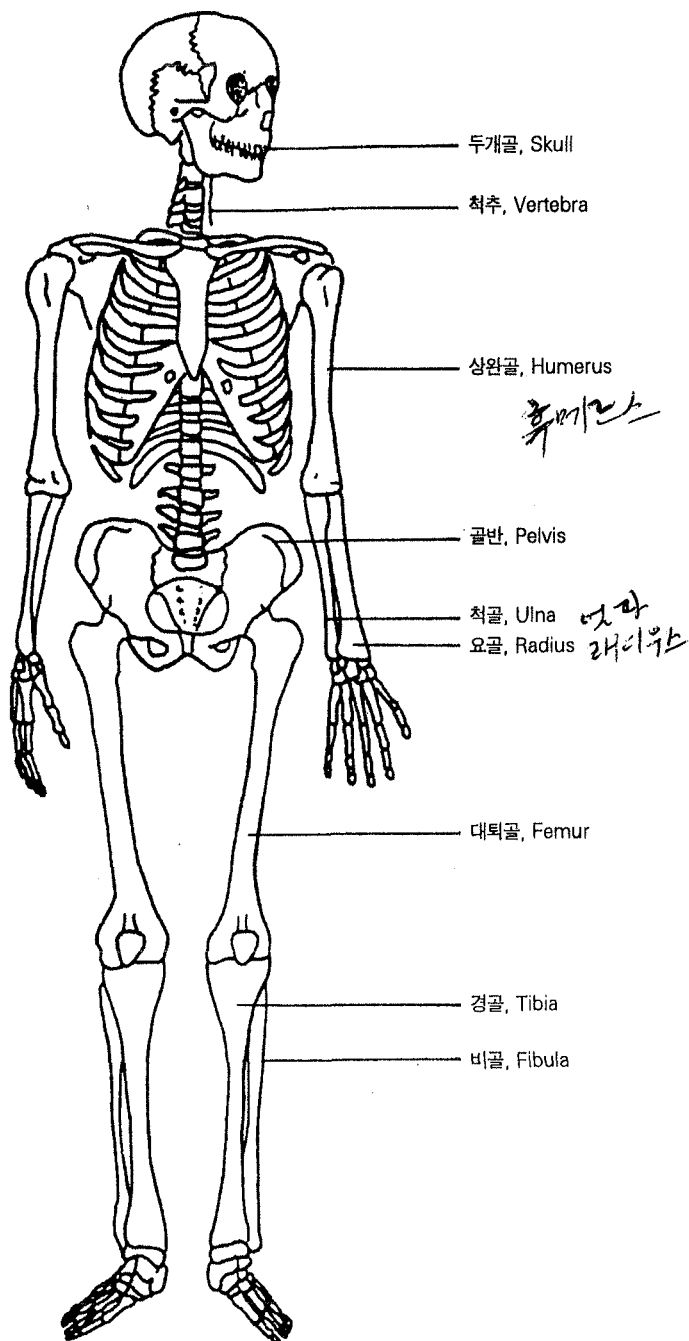
나. 인체 각 부위의 명칭



다. 인체의 방향

- (1) 내측, 외측 (medial, lateral)
- (2) 전, 후 (anterior, posterior)
- (3) 근위부, 원위부 (proximal, distal)
- (4) 천부, 심부 (superficial, deep)

3. 골격

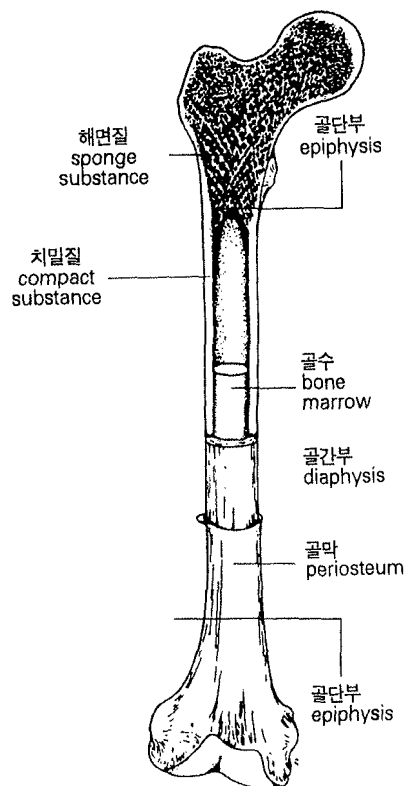


제 2 장 골격계통 (skeletal system)

1. 골격계통

- 골 (bone)
- 연골 (cartilage)
- 관절 (joint)
- 인대 (ligament)

2. 뼈의 구조



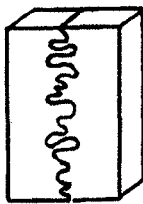
3. 관절

가. 관절의 분류

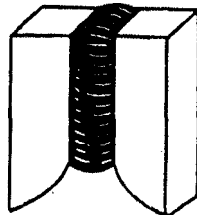
(1) 부동성 관절(immovable articulation)

- 섬유성 관절 : 예) 두개골 봉합
- 연골 관절 : 예) 추간판, 치골결합

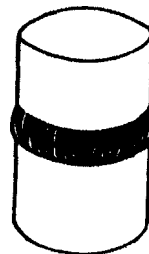
(2) 가동 관절(movable articulation)



두개골 봉합
suture

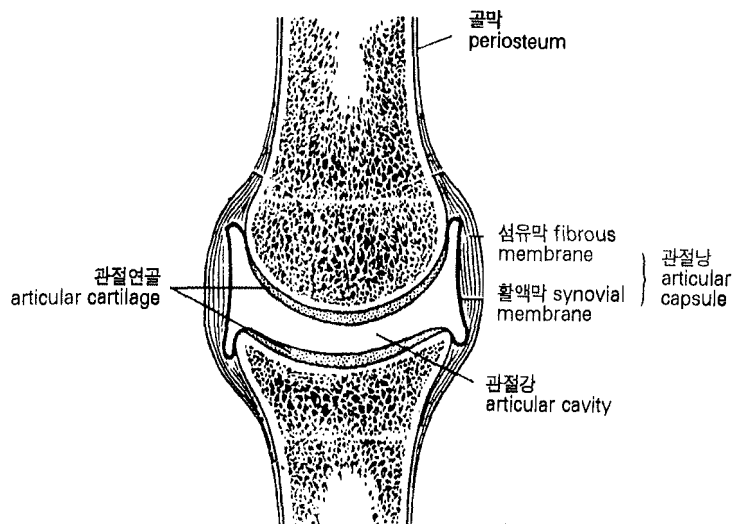


치골결합
symphysis pubis



추간판
intervertebral disc

나. 가동 관절의 구조

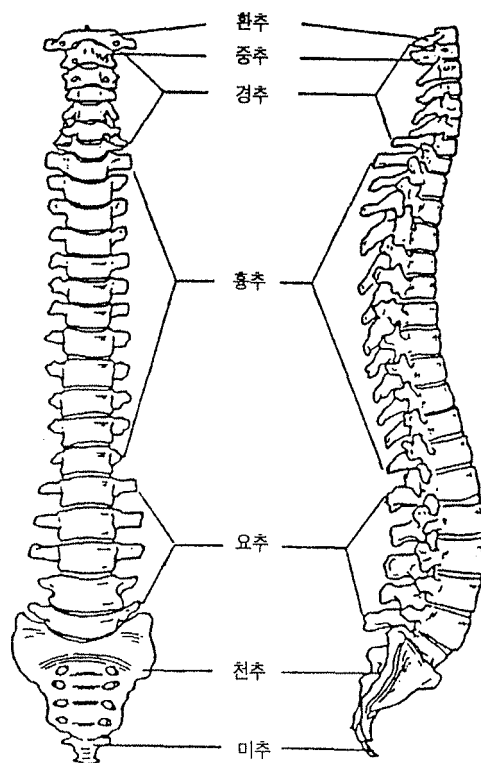


4. 척주 (vertebral column)

가. 구성 (총 34개)

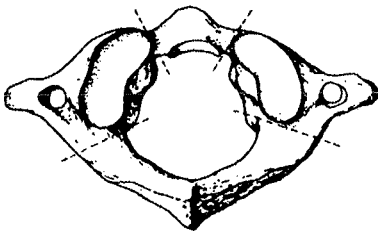
- (1) 경추 (cervical vertebra) - 7개
 - 제 1 경추 : 환추
 - 제 2 경추 : 축추
- (2) 흉추 (thoracic vertebra) - 12개
- (3) 요추 (lumbar vertebra) - 5개
- (4) 천추 (sacrum) - 5개
- (5) 미추 (coccyx) - 5개

나. 척주의 모양

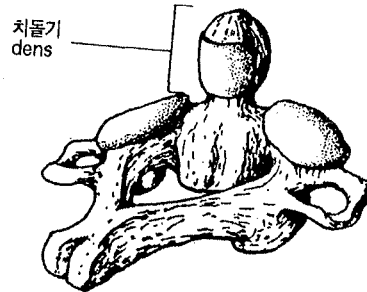


다. 척추의 모양

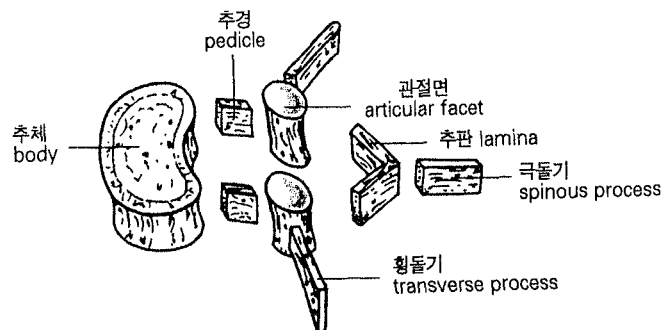
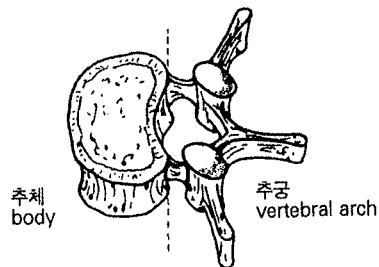
(1) 제 1 경추 (환추, atlas)



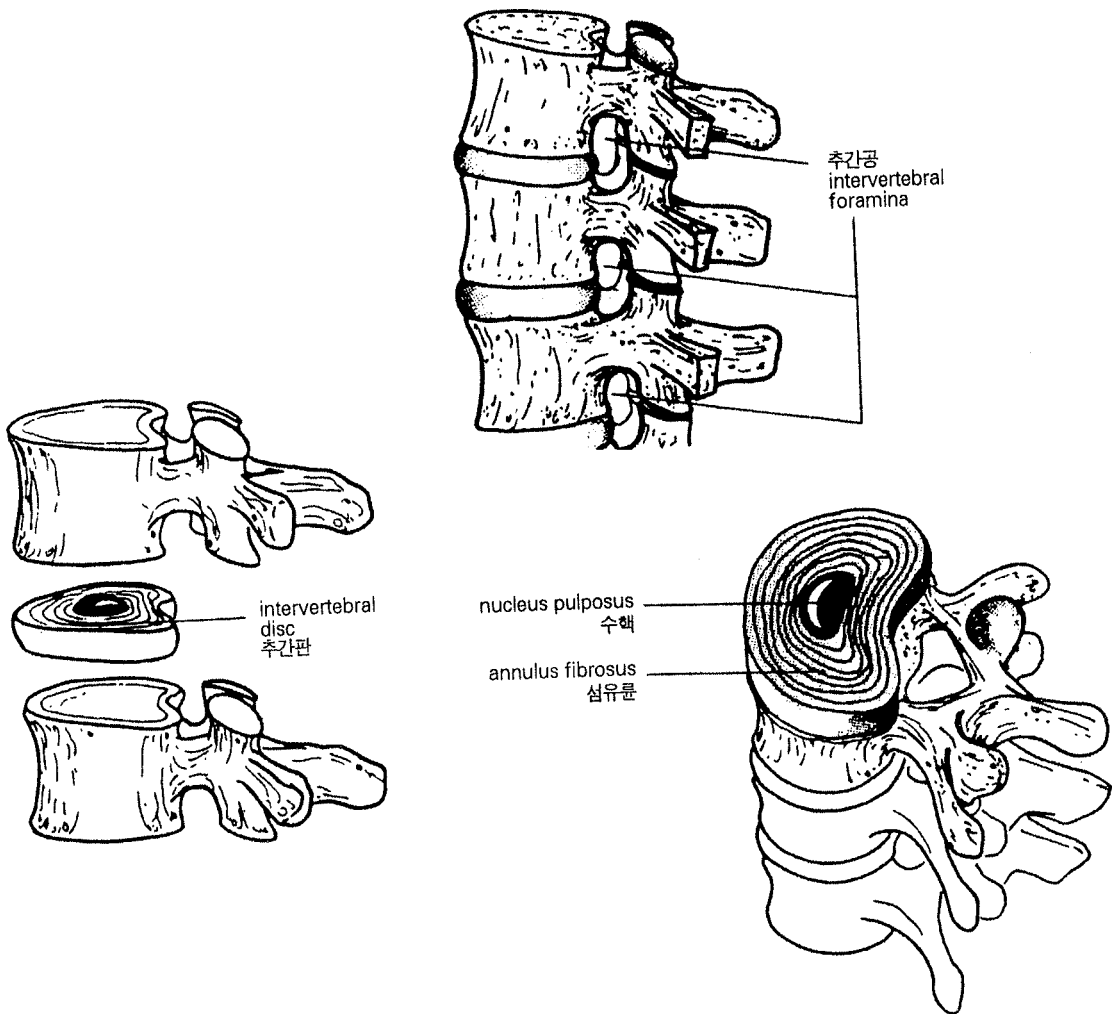
(2) 제 2 경추 (축추, axis)



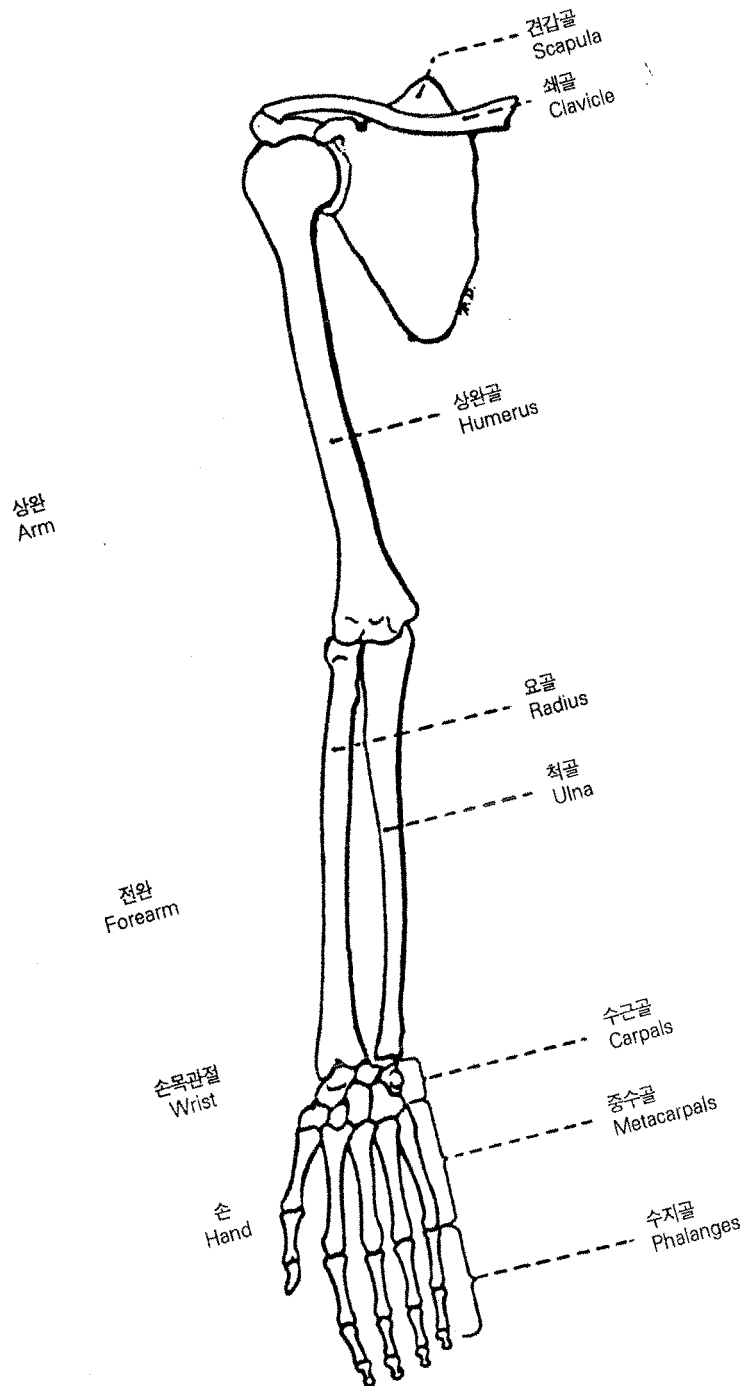
(3) 척추의 구조



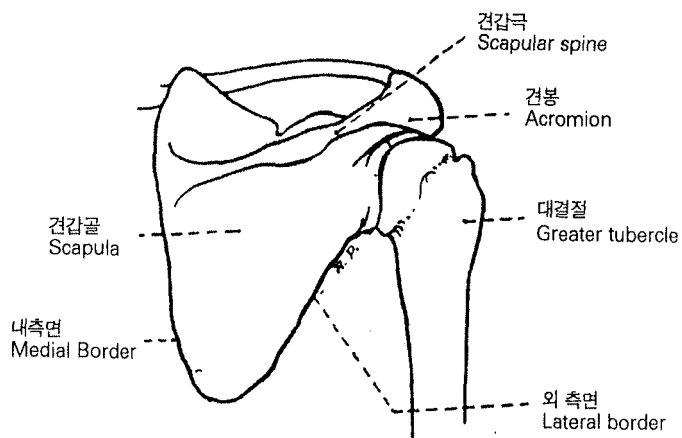
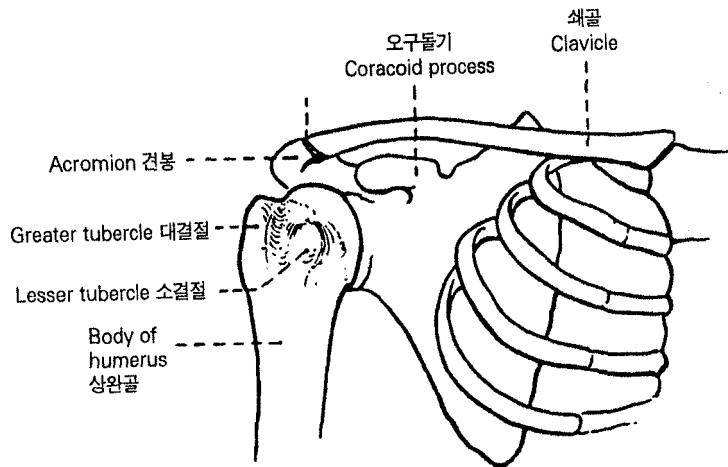
(4) 척추와 추간판



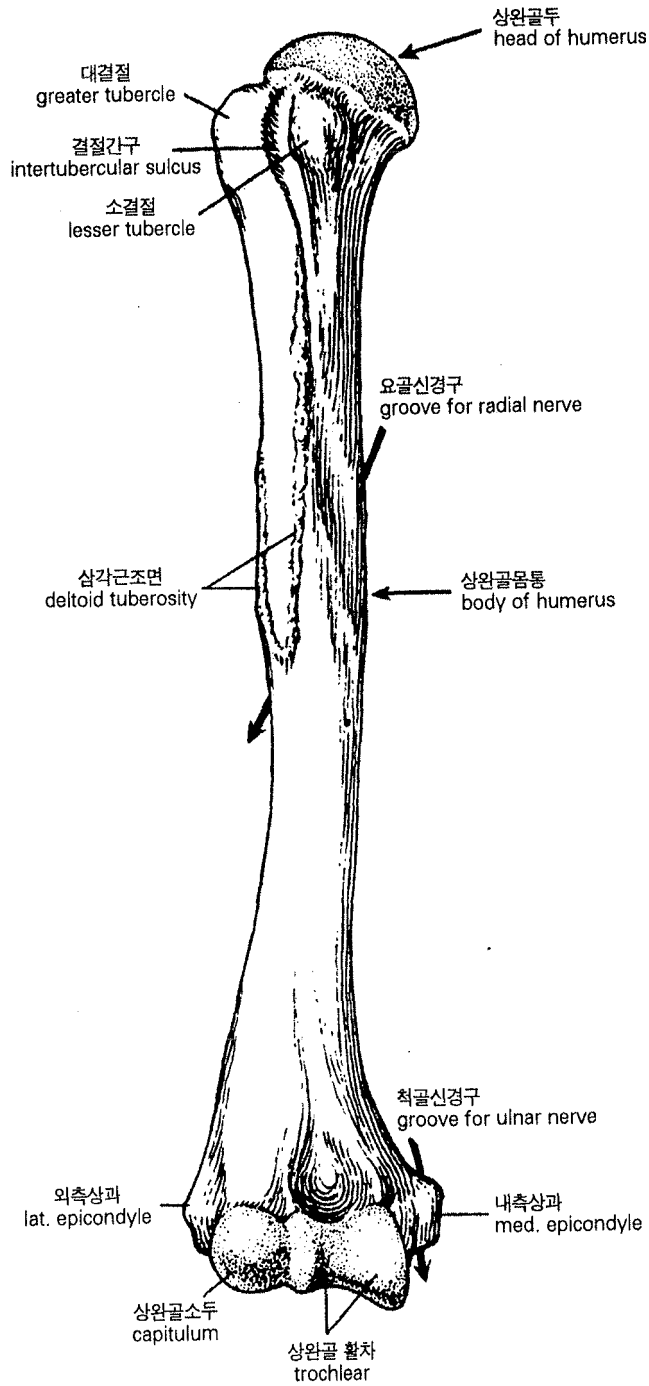
5. 상지



가. 견관절 (shoulder joint)

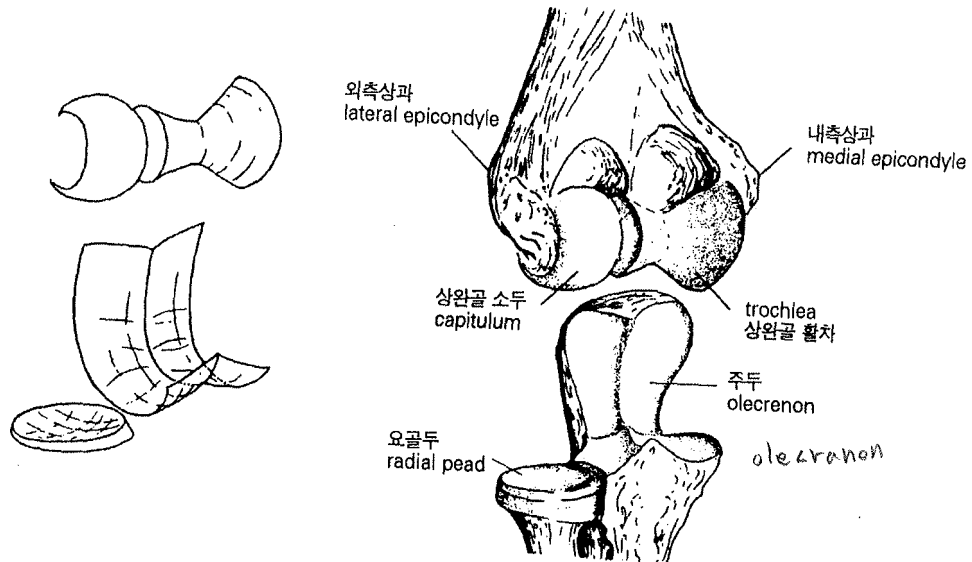


나. 상완골 (humerus)

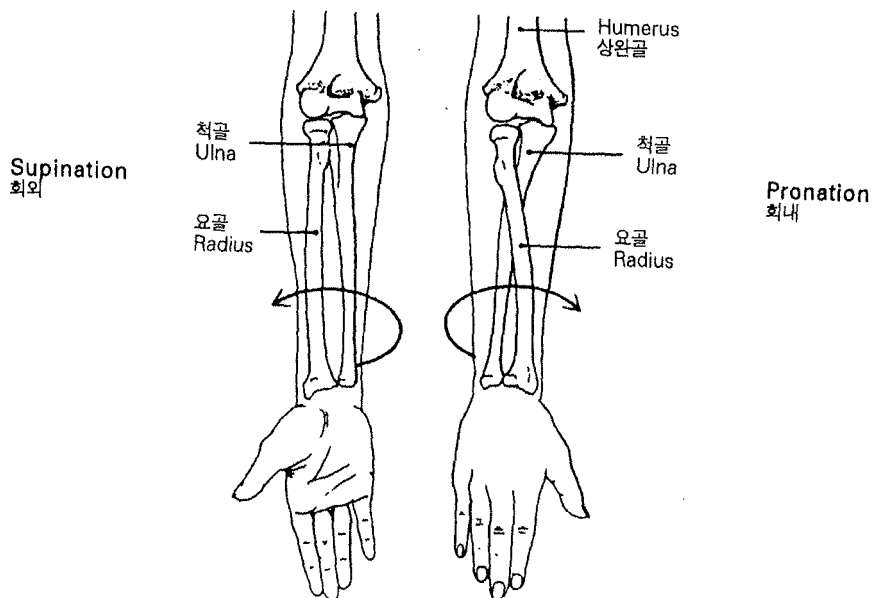


상완골 (우측 : 앞면)

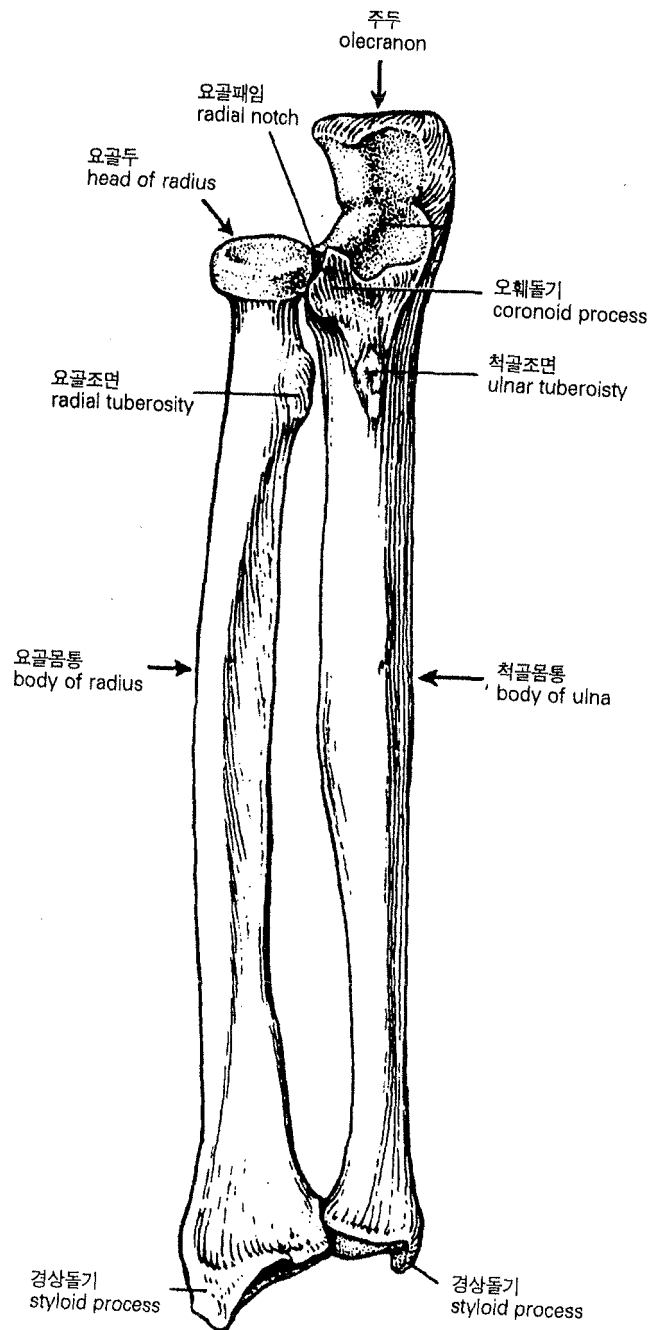
다. 주관절 (elbow joint)



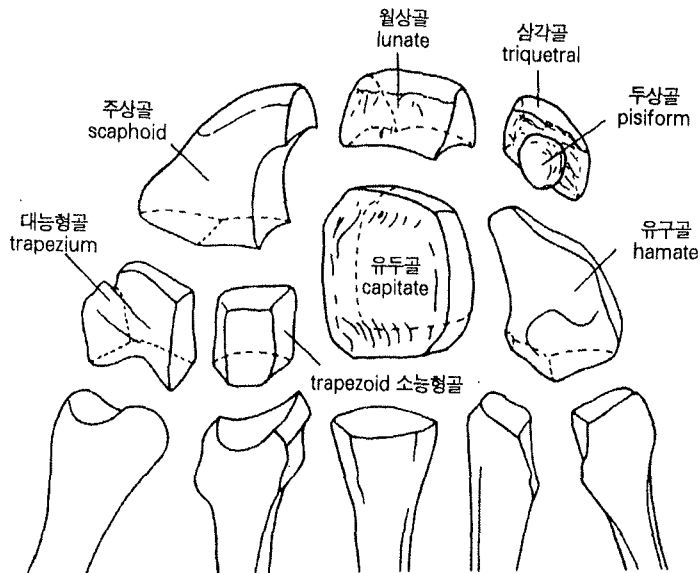
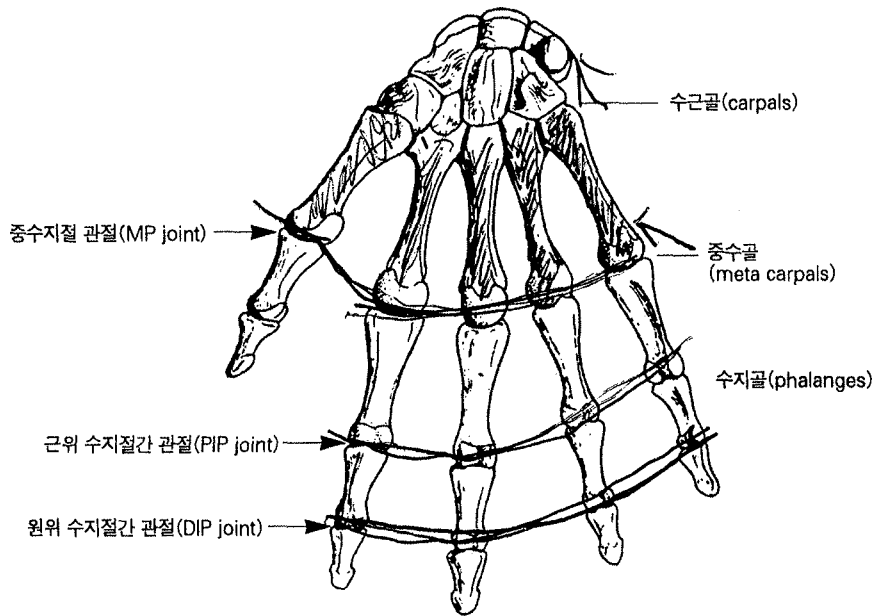
* 요골과 척골의 회전 운동



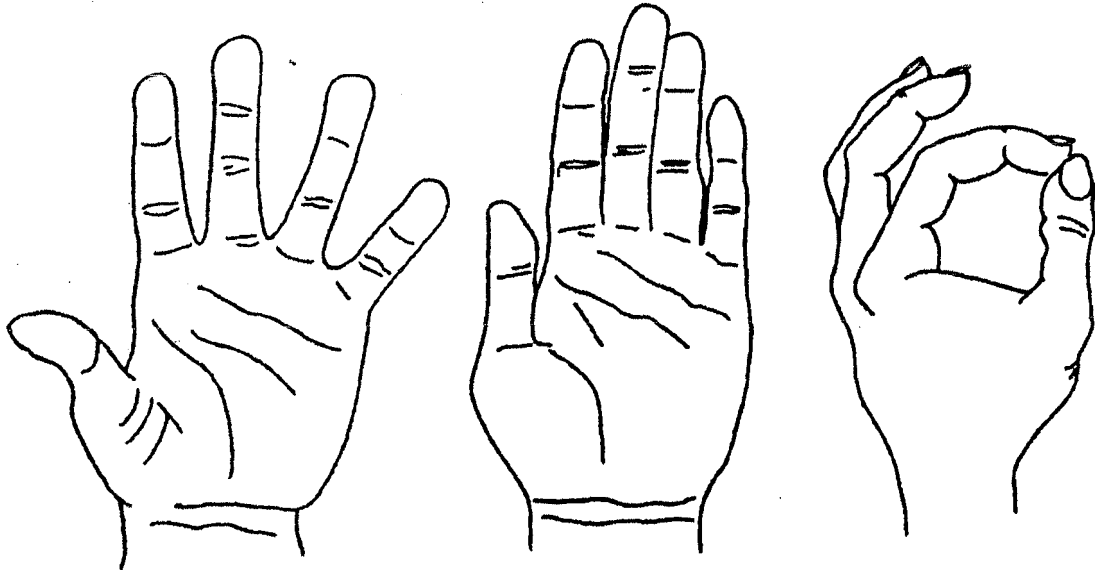
라. 요골 (radius)과 척골 (ulna)



마. 손목관절 (wrist joint)과 손 (hand)



* 손의 모양



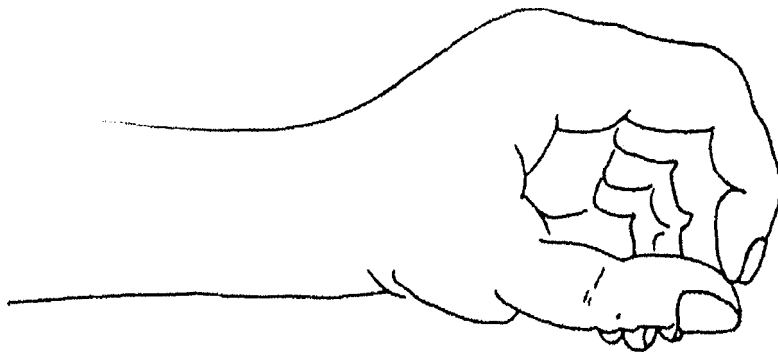
외전 (abduction)

내전 (adduction)

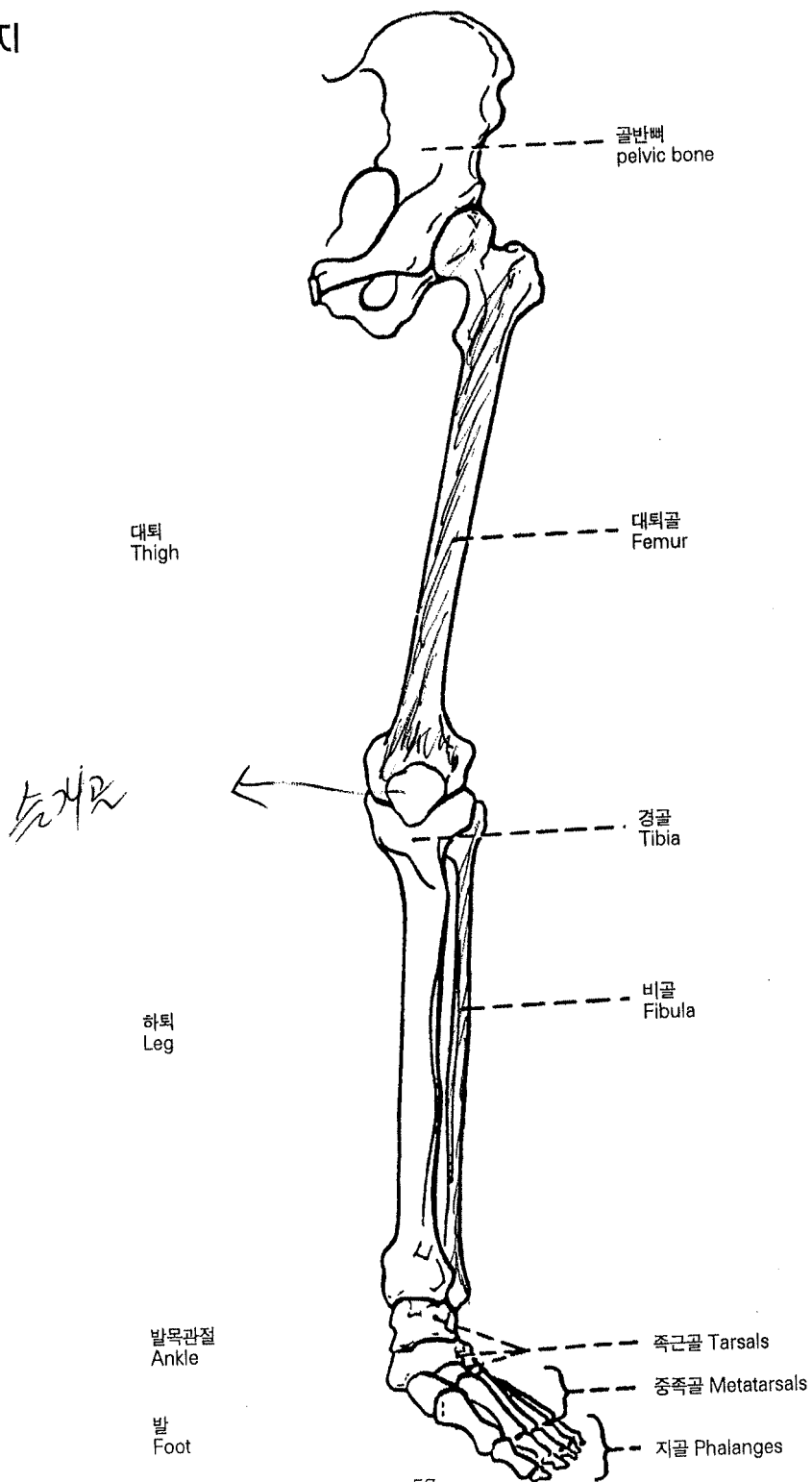
대립 (opposition)

* 손의 기능적 위치

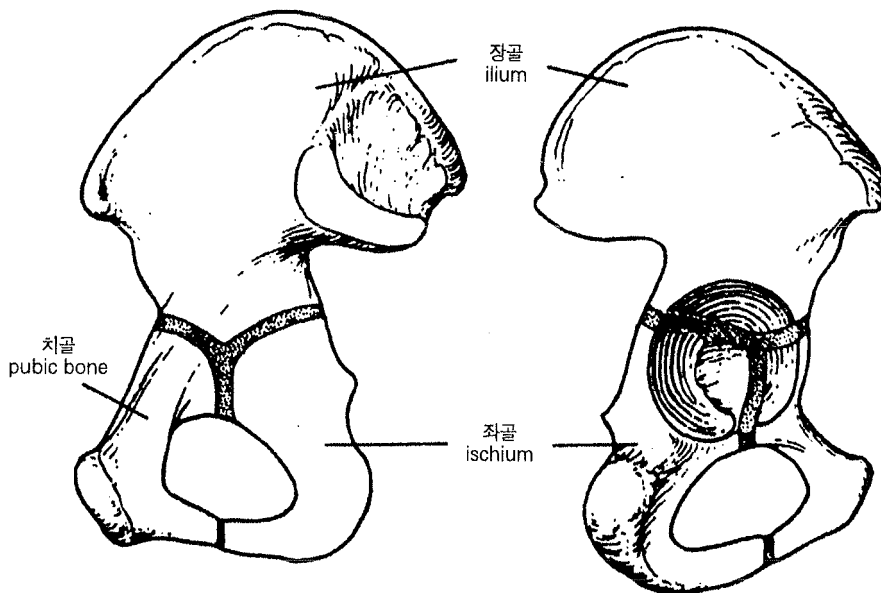
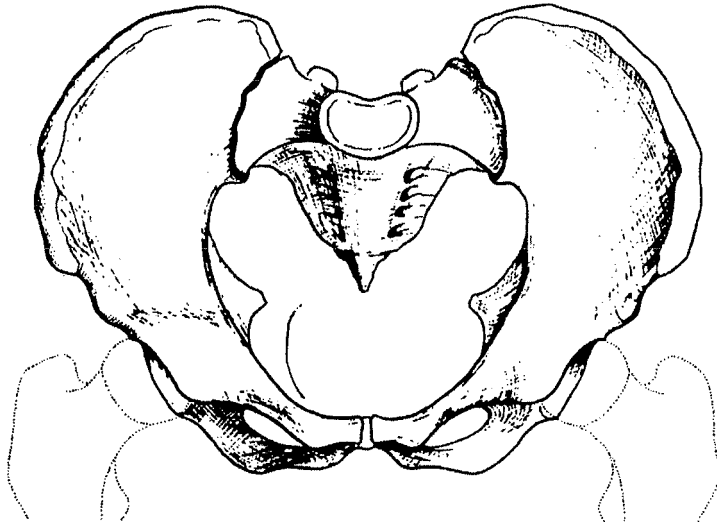
손의 기능적 위치는 완관절 약간 배측굴곡하고, 모지는 외전 상태를 유지하여 제 2 번 손가락과 닿을 수 있도록 하고 제 2 - 5번 손가락은 굴곡상태를 유지시키는 것이다.



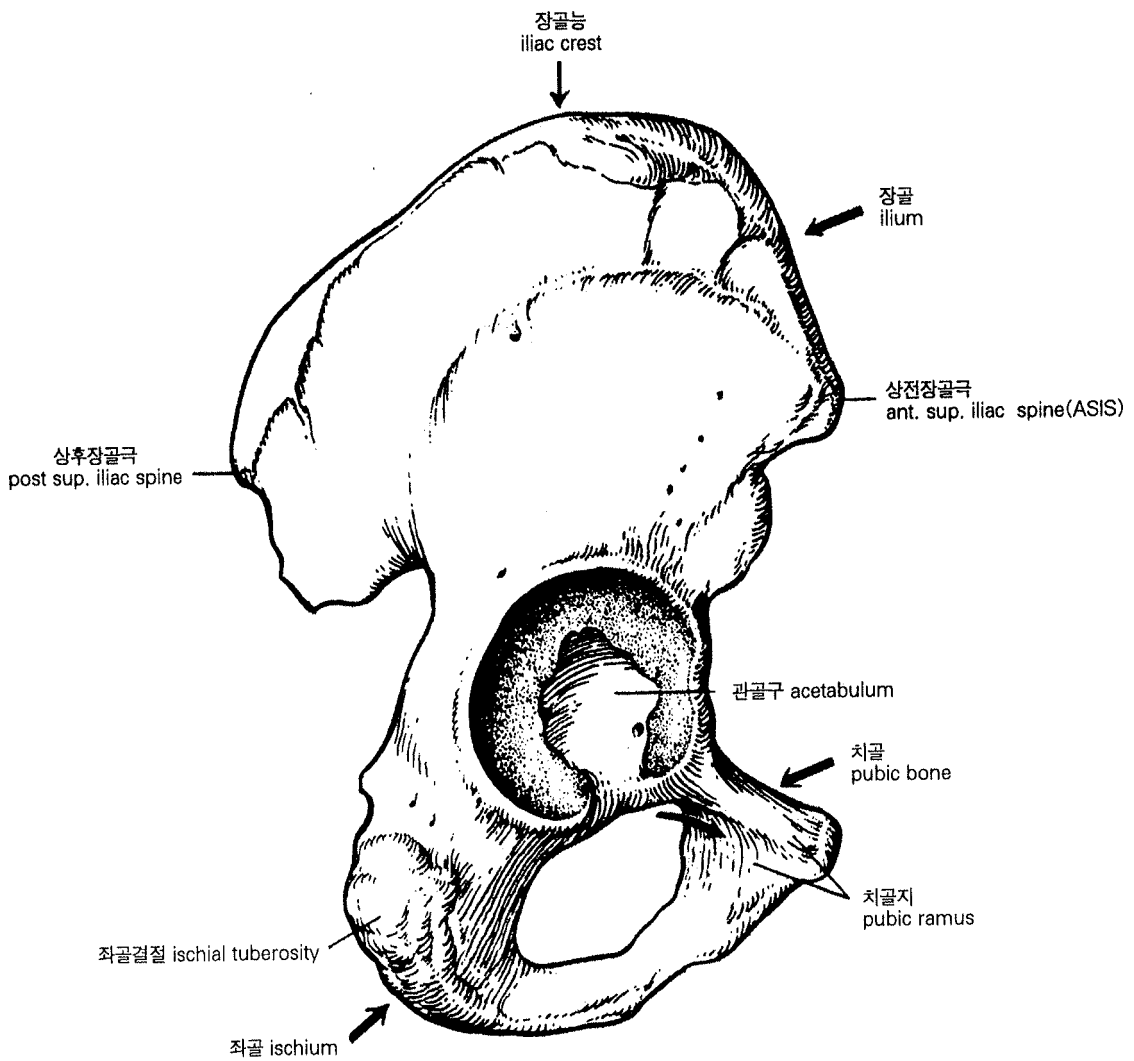
6. 하지



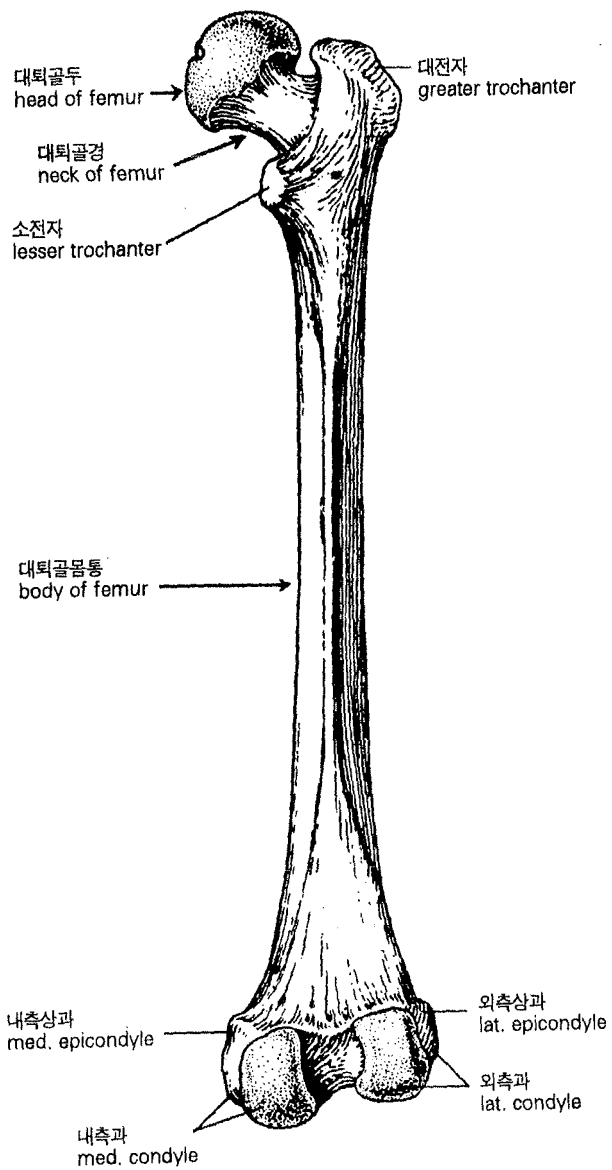
가. 골반 및 고관절 (pelvis and hip joint)



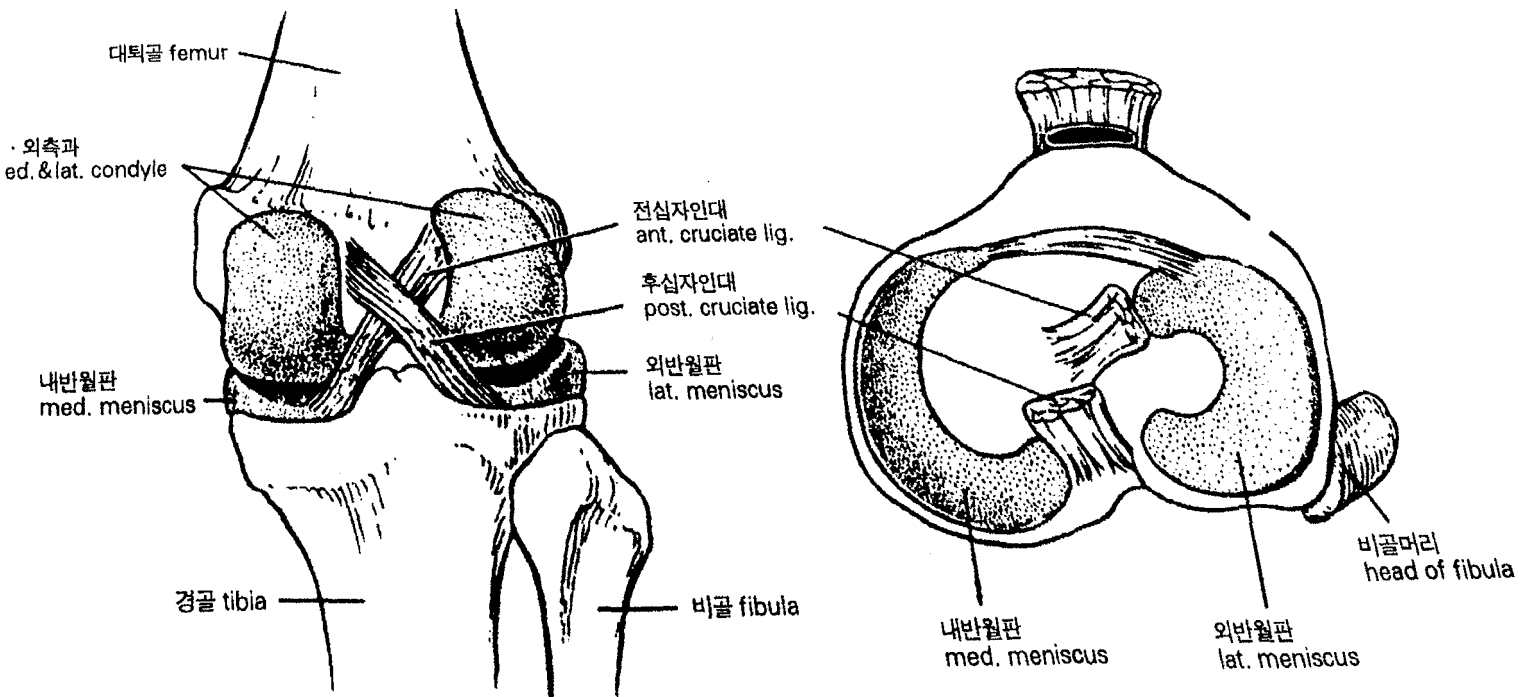
* 골반뼈 (pelvic bone)의 모양



나. 대퇴골 (femur)



다. 슬관절 (knee joint)

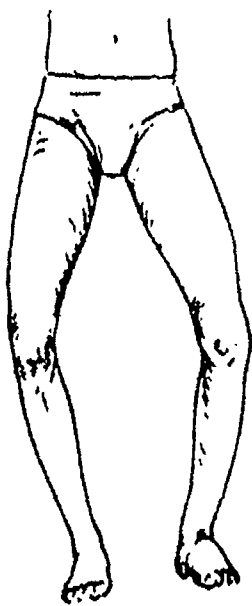


* 슬관절의 변형

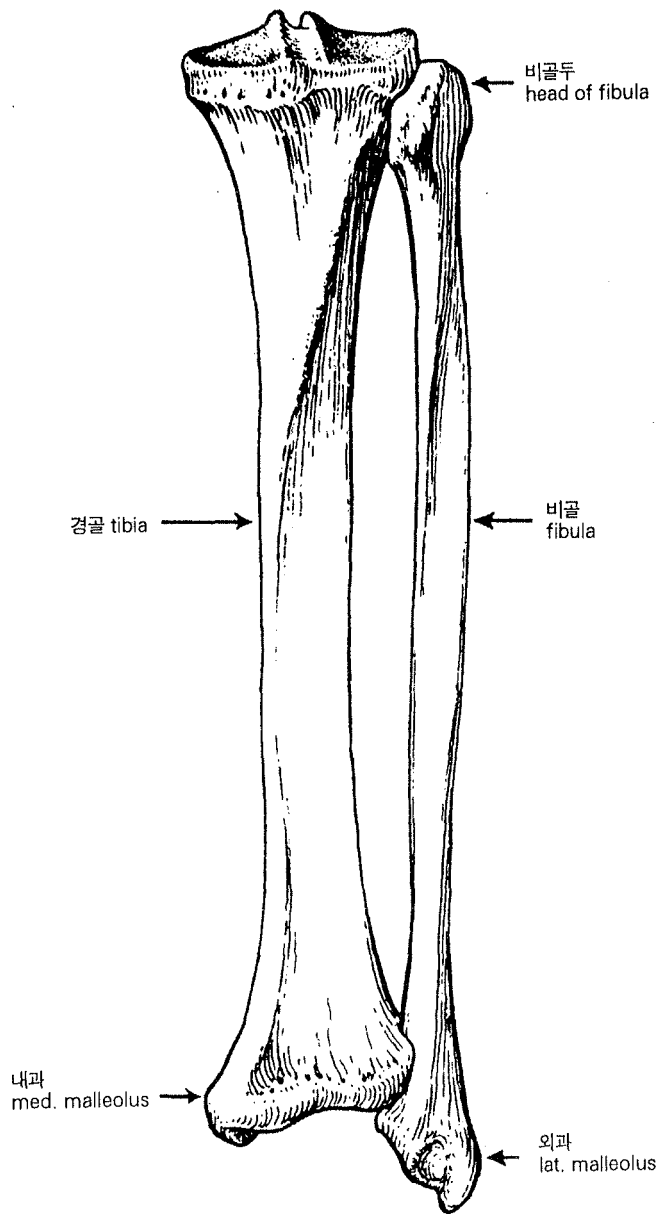
내반슬(genu varum)

외반슬(genu valgum)

반장슬(genu recurvatum, back knee)

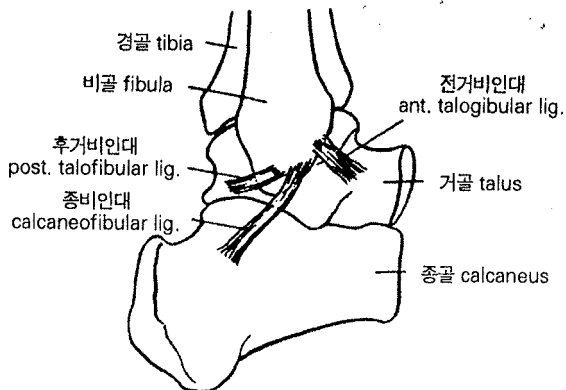
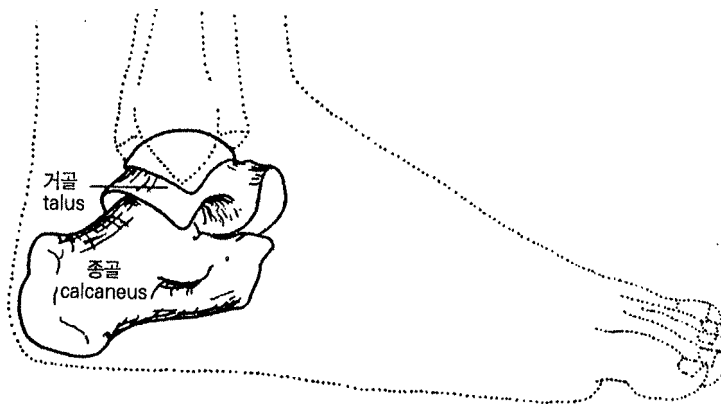


라. 경골(tibia)과 비골(fibula)

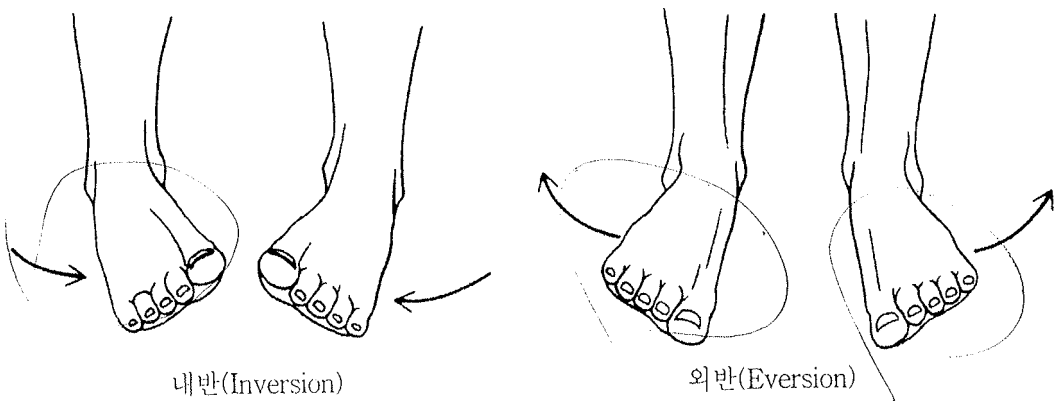


경골과 비골(우측 : 뒤면)

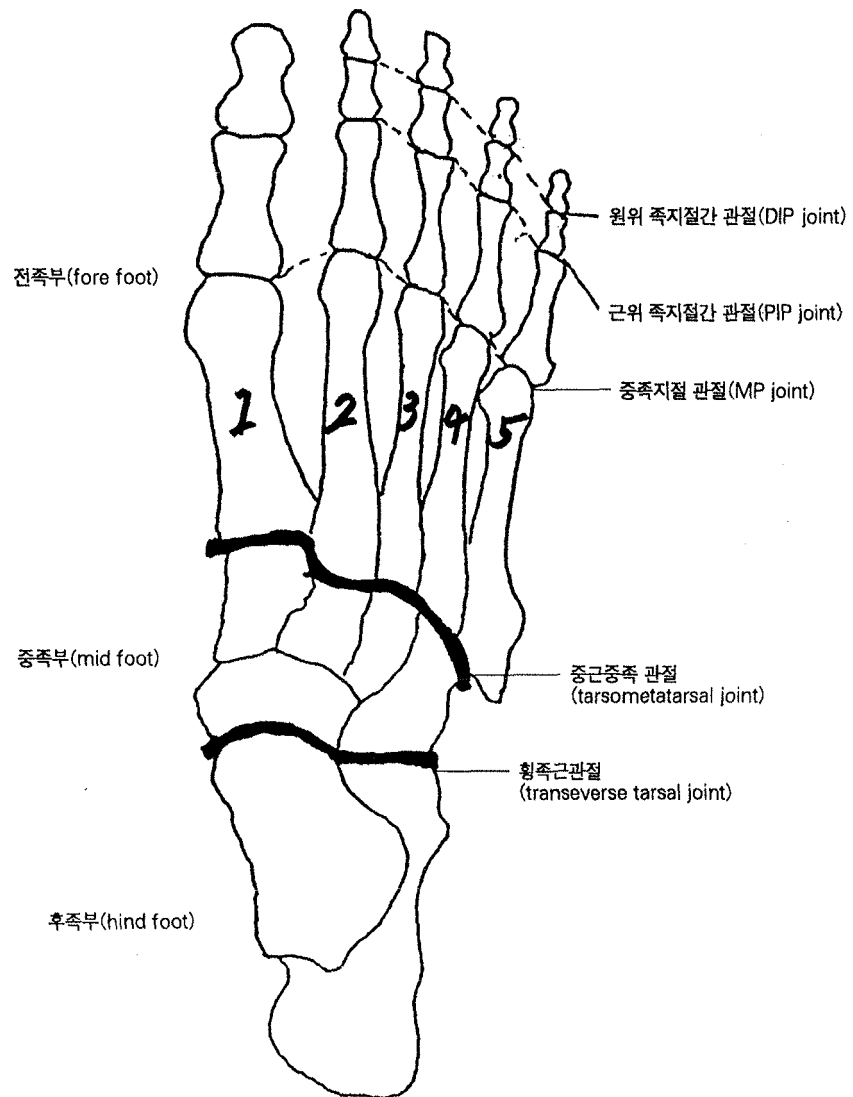
마. 발목관절 (ankle joint)



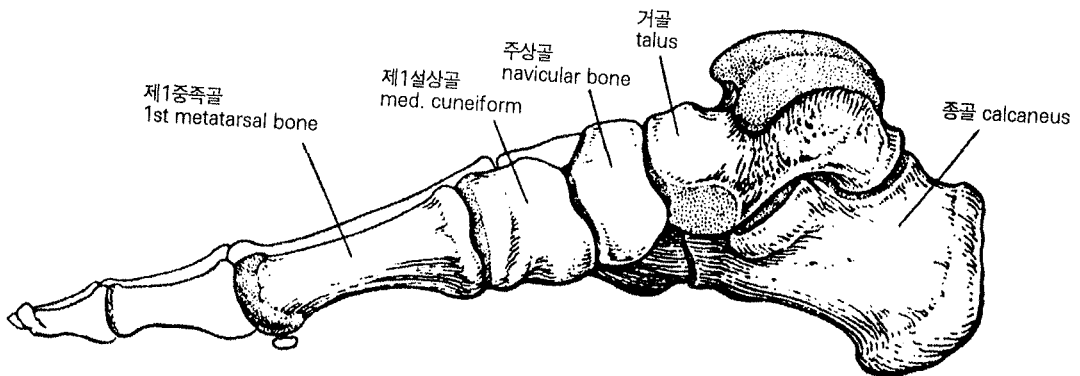
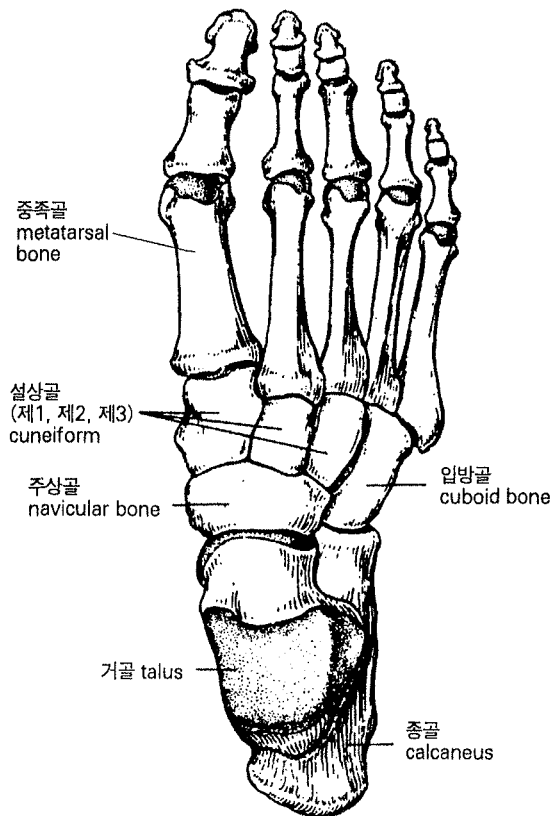
* 발목관절의 내반 (inversion), 외반 (eversion)



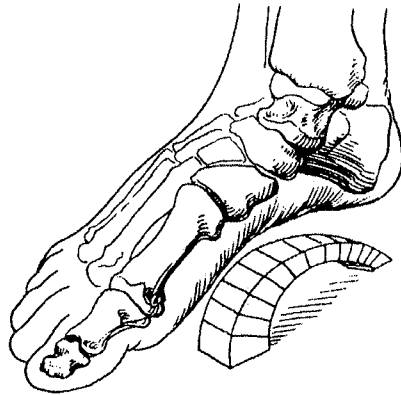
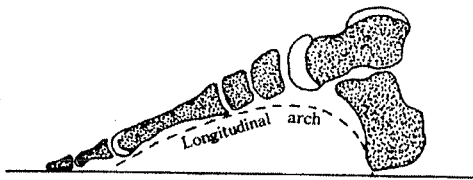
바. 발 (foot)



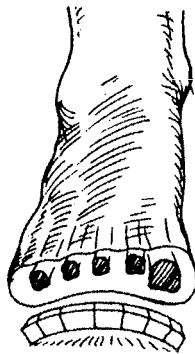
* 발의 모양



* 종아치 (longitudinal arch)



* 횡아치 (transverse arch)

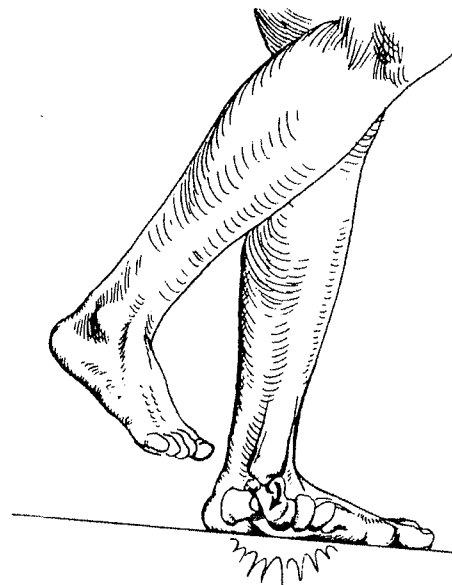


* 평편족 (flat foot)



정상발

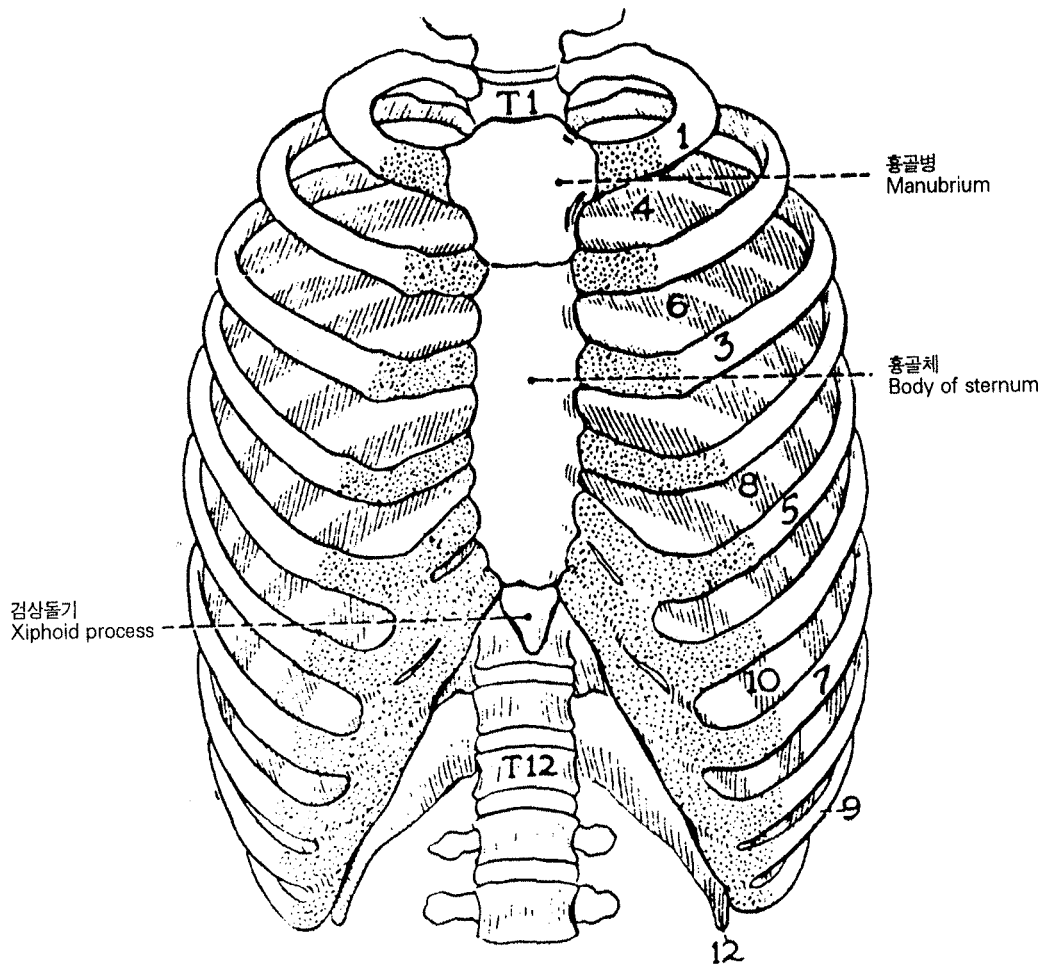
편평족 flat foot



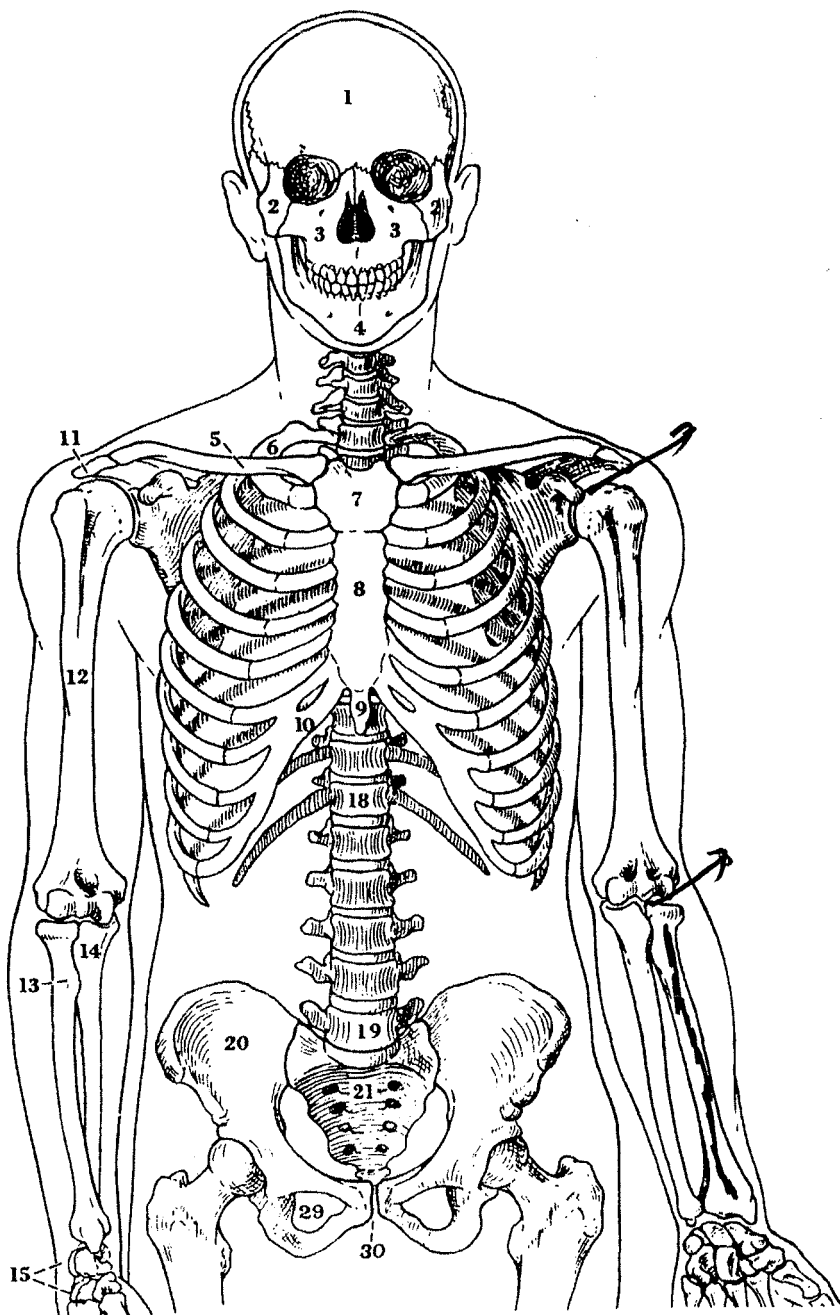
7. 흉곽

*흉곽의 구조

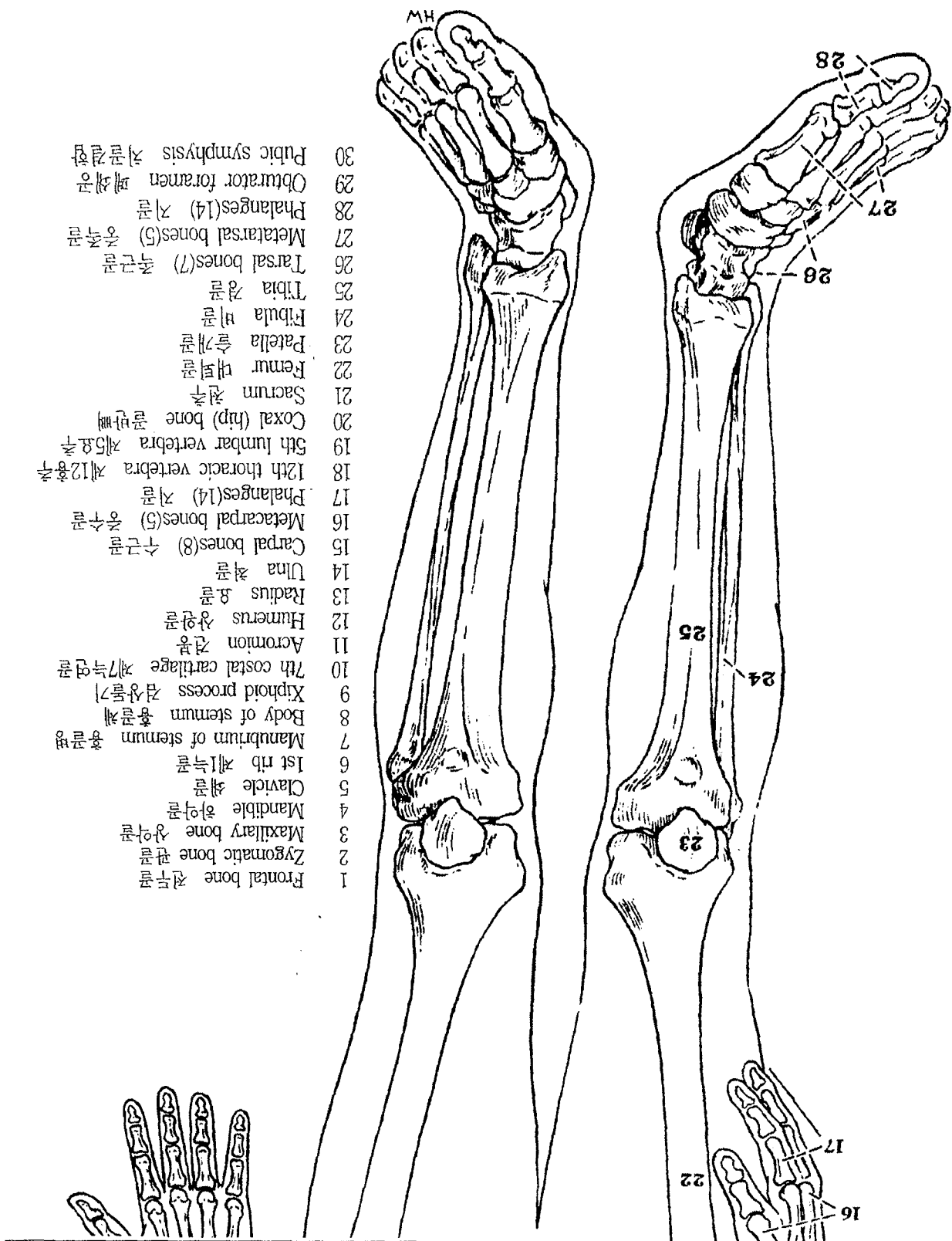
- 흉추 (thoracic vertebra) : 12개
- 늑골 (rib) : 12개
- 흉골 (sternum) : 1개 (흉골병, 흉골체, 검상돌기)



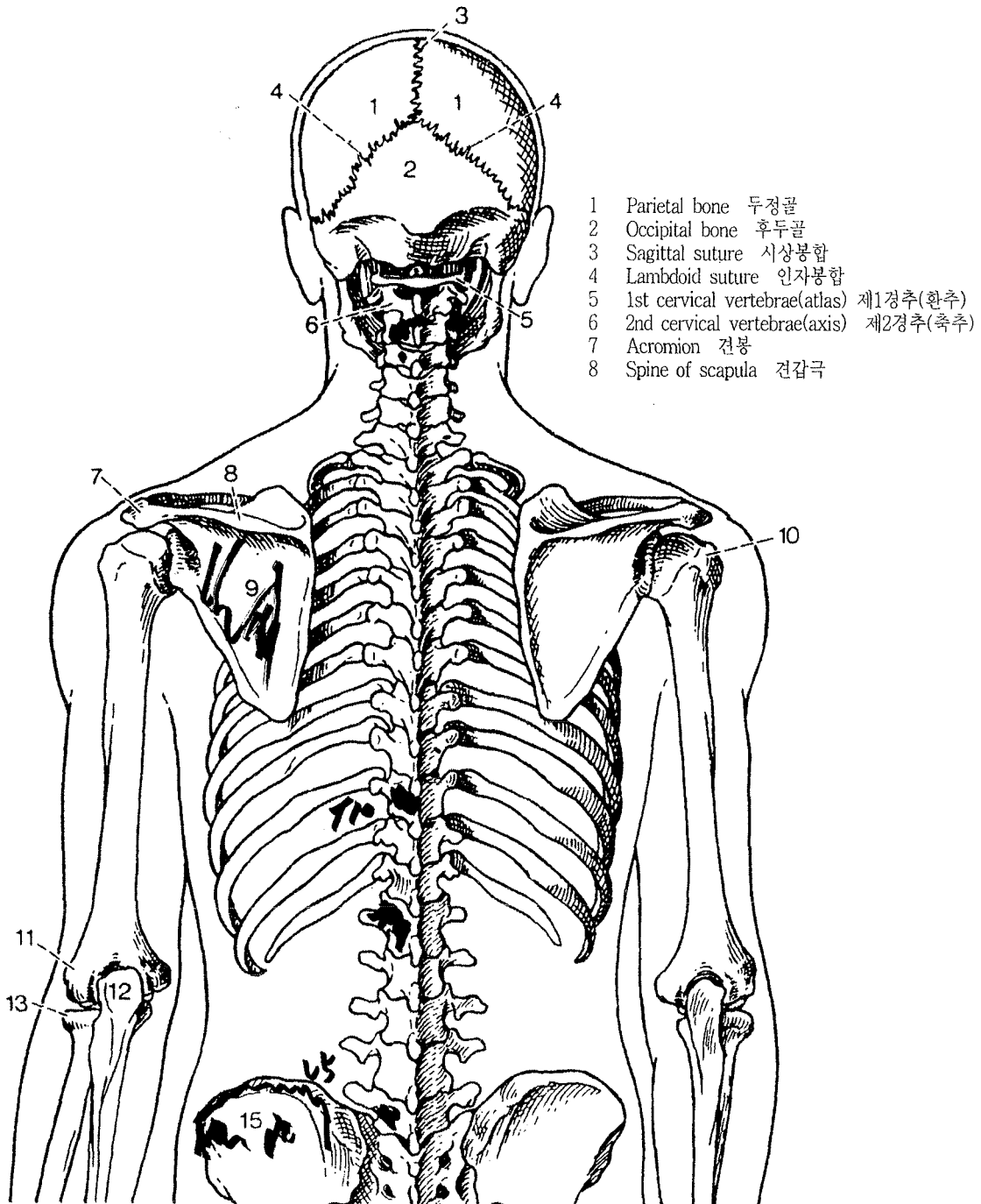
【연습】 골격계 (전면1)



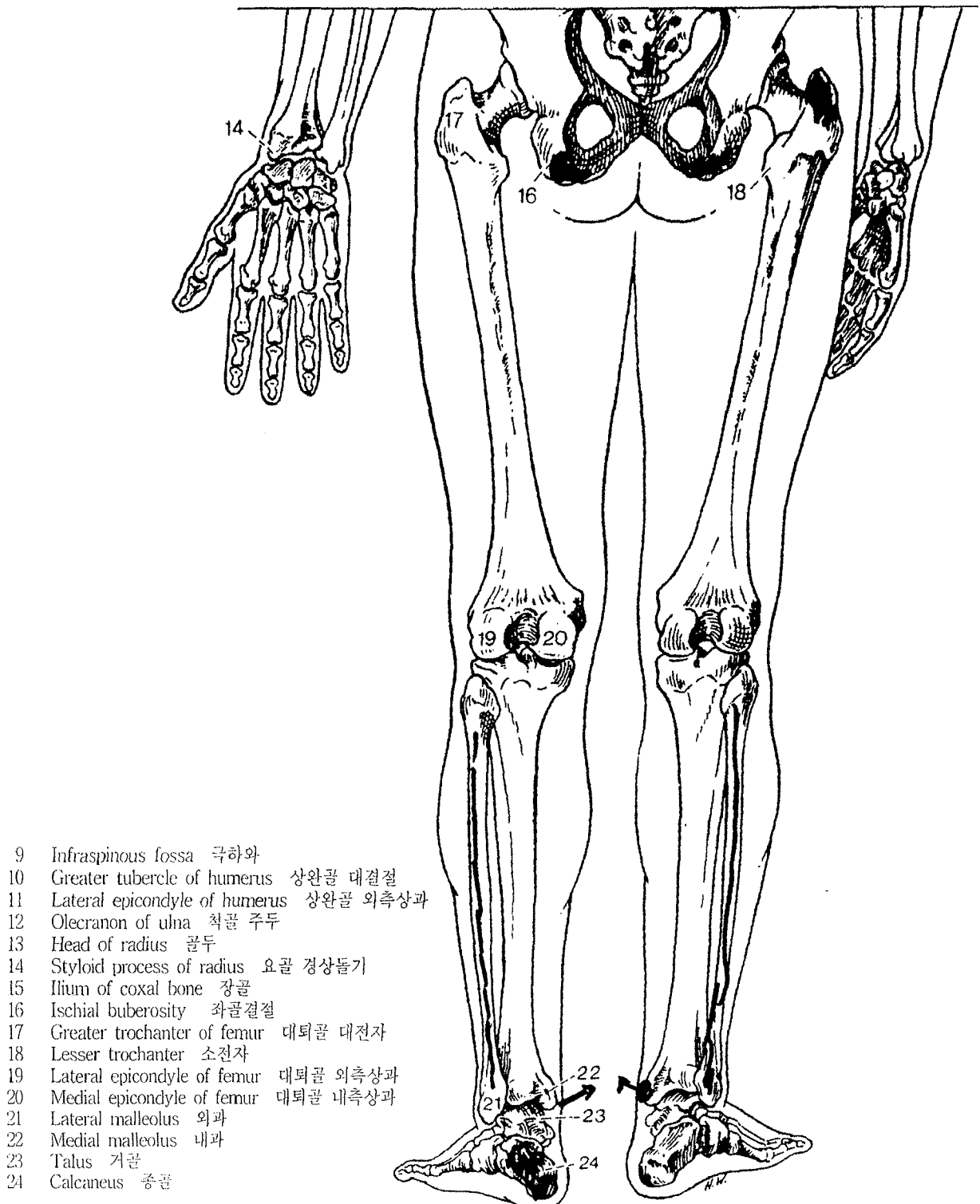
【연습】 골격계 (전면2)



【연습】 골격계 (후면1)



【연습】 골격계 (후면2)



제 3 장 근육계통 (Muscular system)

1. 근육의 종류

골격근 (skeletal muscle) : 골격에 붙어 있음

심근 (cardiac muscle) : 심장벽을 형성

내장근 (visceral muscle) : 내장 및 혈관벽을 형성

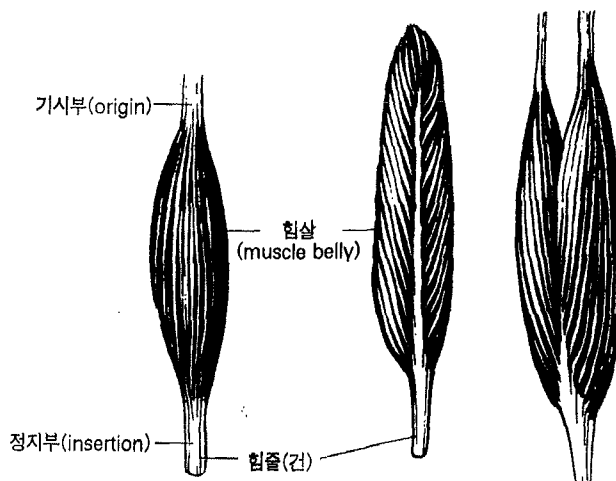
수의근 (voluntary muscle) : 자신의 의지대로 움직인다. (골격근)

불수의근 (involuntary muscle) : 자율신경의 지배를 받아 자신의 의지대로 움직이지 못한다. (심근, 내장근)

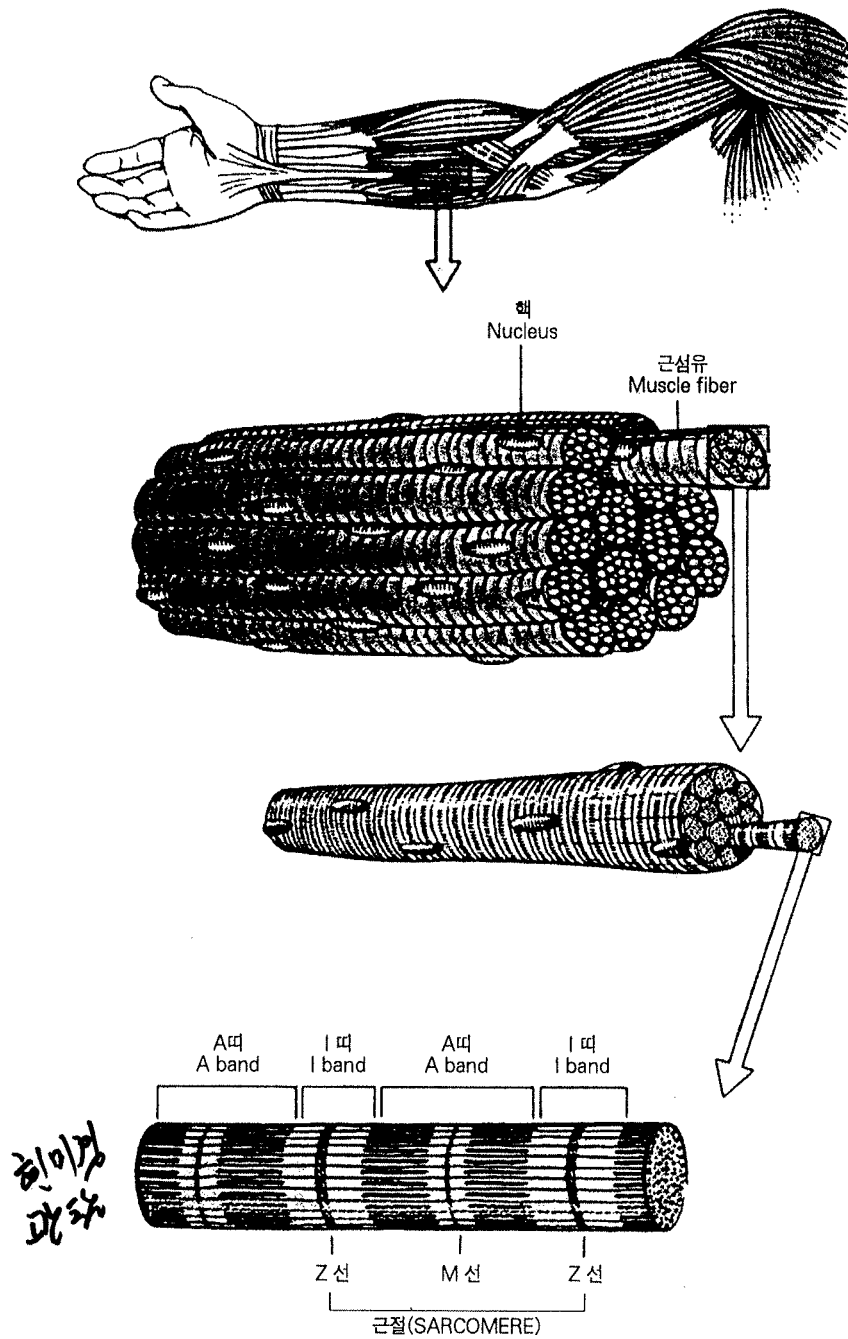
횡문근 (striated muscle) : 골격근, 심근

평활근 (smooth muscle) : 내장근

2. 골격근의 구조



* 골격근의 구조



3. 관절운동과 근육

가. 견관절 외전 (shoulder abduction)

* 삼각근 (deltoid)

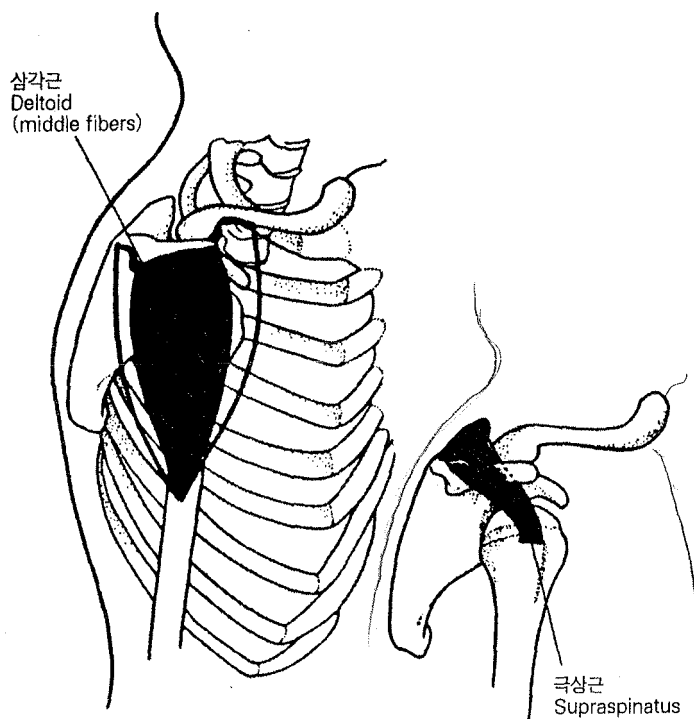
기시 : 견갑골의 견봉

정지 : 상완골의 삼각근 조면

* 극상근 (supraspinatus)

기시 : 견갑골의 극상와

정지 : 상완골의 대결절



나. 주관절 굴곡 (elbow flexor)

* 상완 이두근 (biceps brachii)

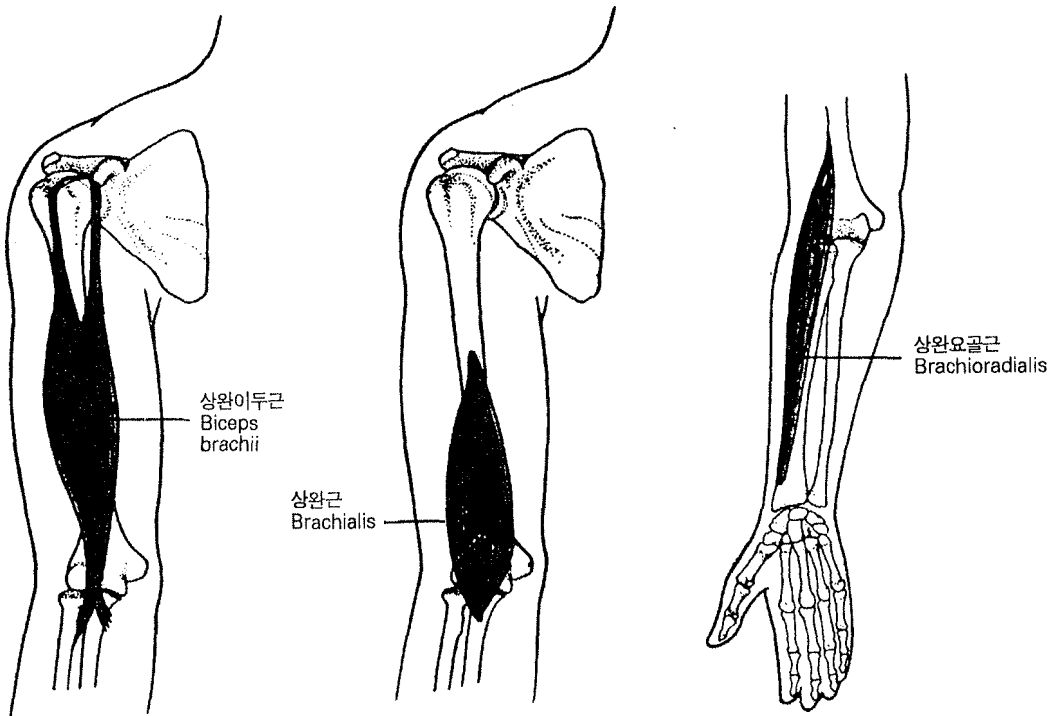
기시 : 단두 - 견갑골의 오혜돌기
장두 - 견갑골의 관절상결절
정지 : 요골 조면

* 상완근 (brachialis)

기시 : 상완골의 전면 하부 1/2
정지 : 척골 조면

* 상완 요골근 (brachioradialis)

기시 : 상완골의 외측상과음선
정지 : 요골의 경상돌기



다. 주관절 신전 (elbow extension)

* 상완삼두근 **DELTOID**

기시 : 장두 - 견갑골의 관절하 결절

외측두 - 상완골 후면의 나선구 상부

내측두 - 상완골 후면의 나선구 하부

정지 : 척골의 주두돌기



라. 손목관절 굴곡 (wrist flexion)

* 요측수근 굴근 (flexor carpi radialis)

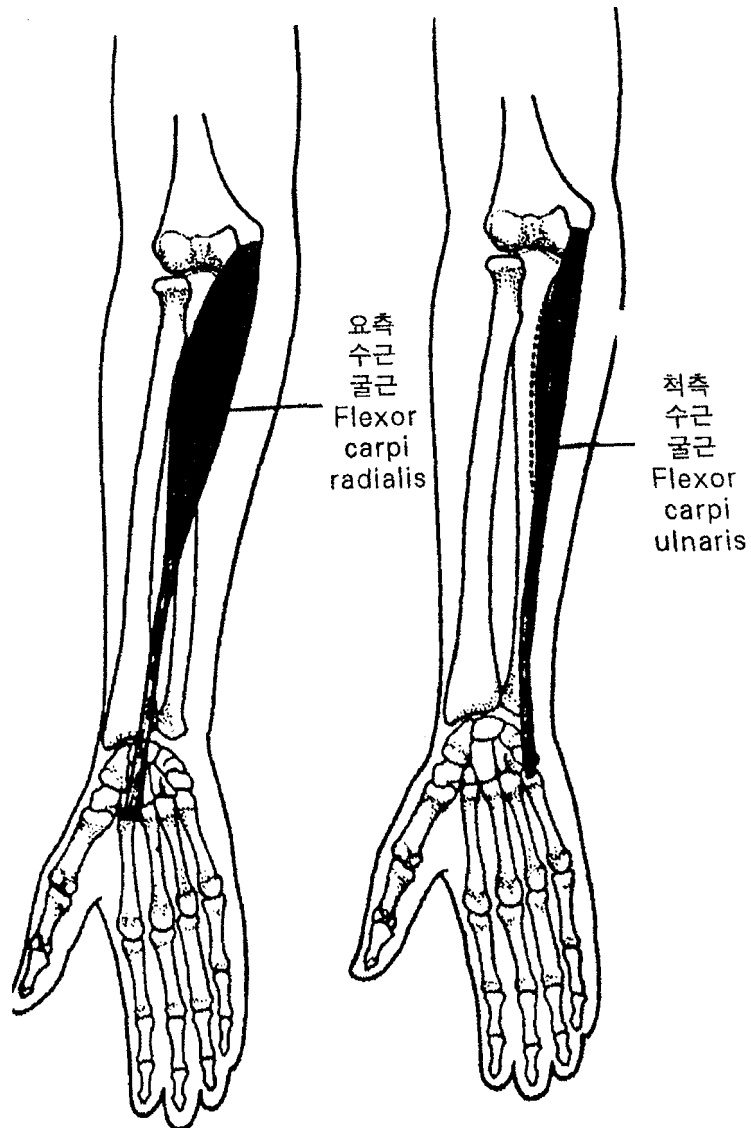
기시 : 상완골 내측 상과

정지 : 제 2, 3지 중수골 저부

* 척측수근 굴근 (flexor carpi ulnaris)

기시 : 상완골 내측상과 척골 상부 후면

정지 : 두상골, 유구골, 제 5 중수골 저부



마. 손목관절 신전 (wrist extension)

* 장요측 수근 신근 (extensor carpi radialis longus)

기시 : 상완골의 외측상과와 외측상과융선

정지 : 제 2 중수골 저부 배면

* 단요측 수근 신근 (extensor carpi radialis brevis)

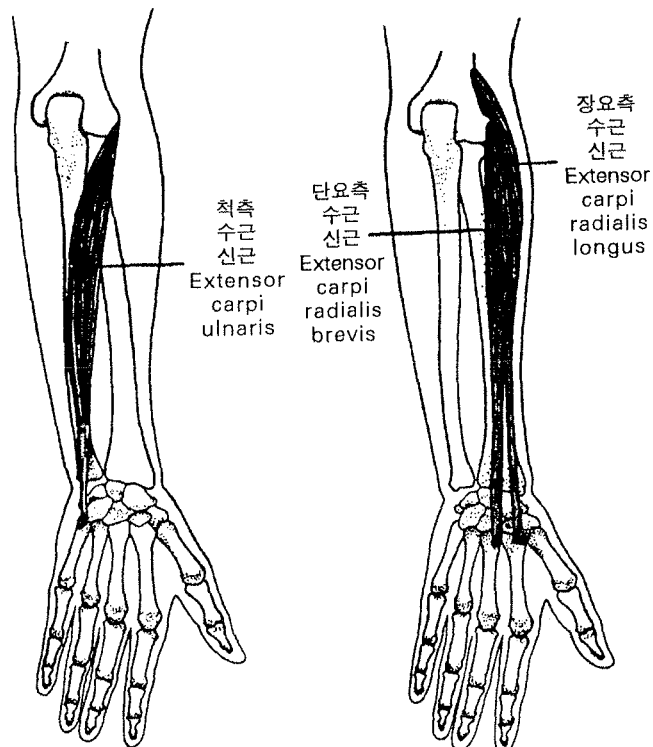
기시 : 상완골의 외측상과(총신근건)

정지 : 제 3 중수골의 저부 배면

* 척측 수근 신근 (extensor carpi ulnaris)

기시 : 상완골의 외측상과(총신근건) 척골의 후상부

정지 : 제 5 중수골 기저부



바. 손가락 굴곡근 (finger PIP DIP 굴곡근)

* 천지굴근 (flexor digitorum superficialis)

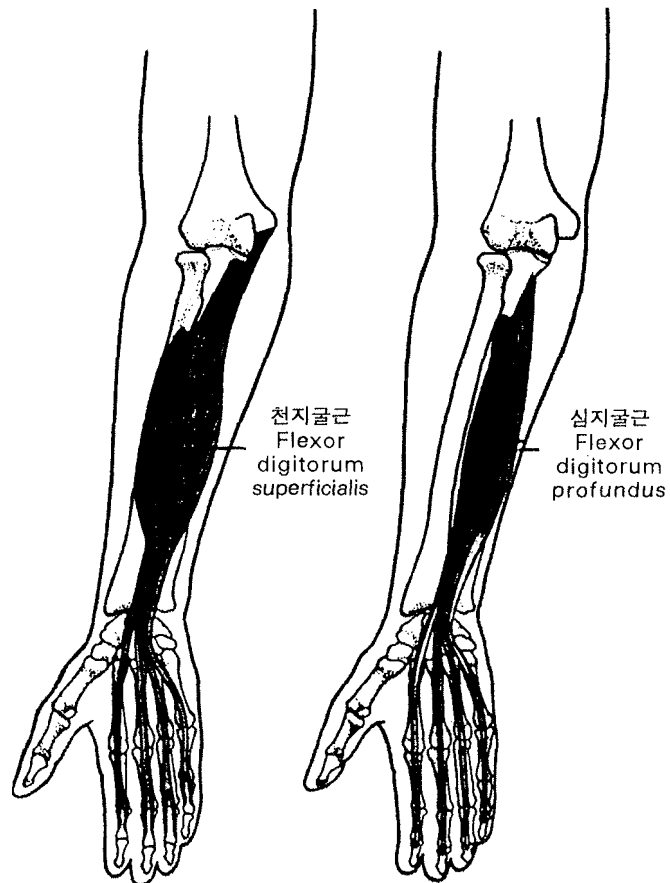
기시 : 상완골 내측상과, 척골 오해돌기, 요골 사선

정지 : 제 2 - 5지 중절골체 측면

* 심지굴근 (flexor digitorum profundus)

기시 : 척골 전중간부 골간막

정지 : 제 2 - 5지 말골절 저부



사. 손가락 신전근 (finger MP extension)

* 지신근 (extensor digitorum)

기시 : 상완골의 외측상과 (총신근건)

정지 : 손가락 중절골의 저부 배면 제 2 - 4 손가락의 신근건막

* 소지신근 (extensor digiti minimi)

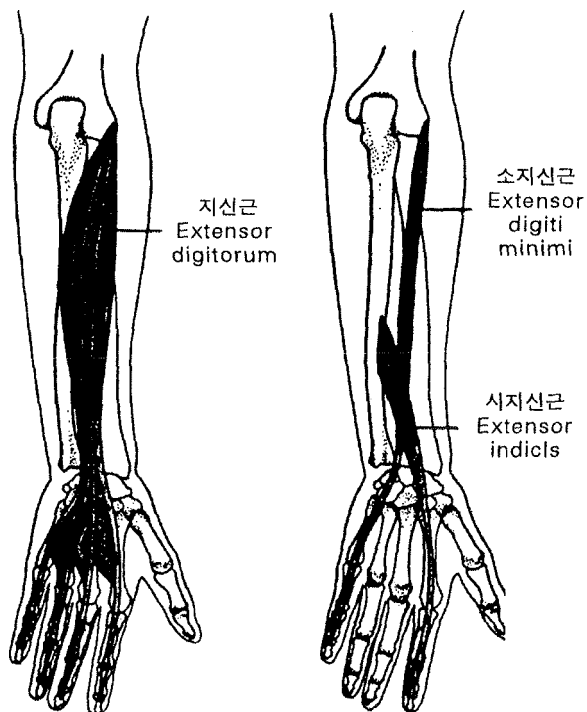
기시 : 상완골의 외측상과 (총신근건)

정지 : 소지의 신근건막

* 시지신근 (extensor indicis)

기시 : 척골 후면, 골간막

정지 : 시지의 신근건막



아. 고관절 굴곡 (hip flexion)

* 대요근 (psoas major)

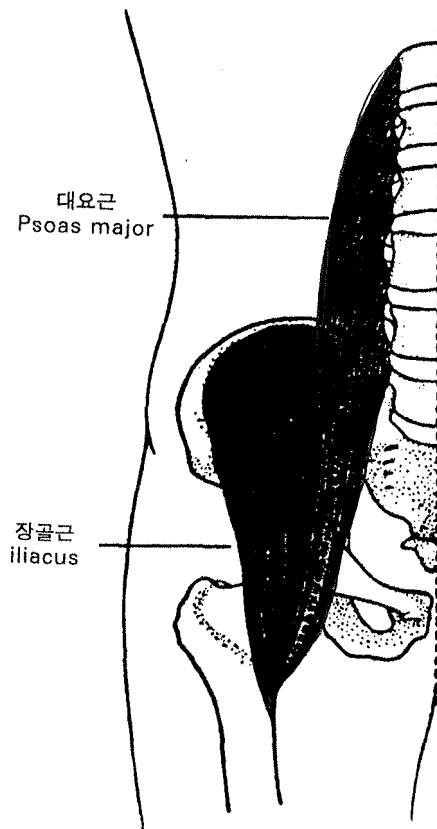
기시 : 요추

정지 : 대퇴골의 소전자

* 장골근 (iliacus)

기시 : 장골내면

정지 : 대퇴골의 소전자



자. 고관절 신전 (hip extension)

* 대둔근 (gluteus maximus)

기시 : 천골후면, 장골 상둔선

정지 : 대퇴골의 둔근조면, 장경인대

* 반건양근 (semitendinosus)

기시 : 좌골결절

정지 : 경골의 전상부

* 반막양근 (semimembranosus)

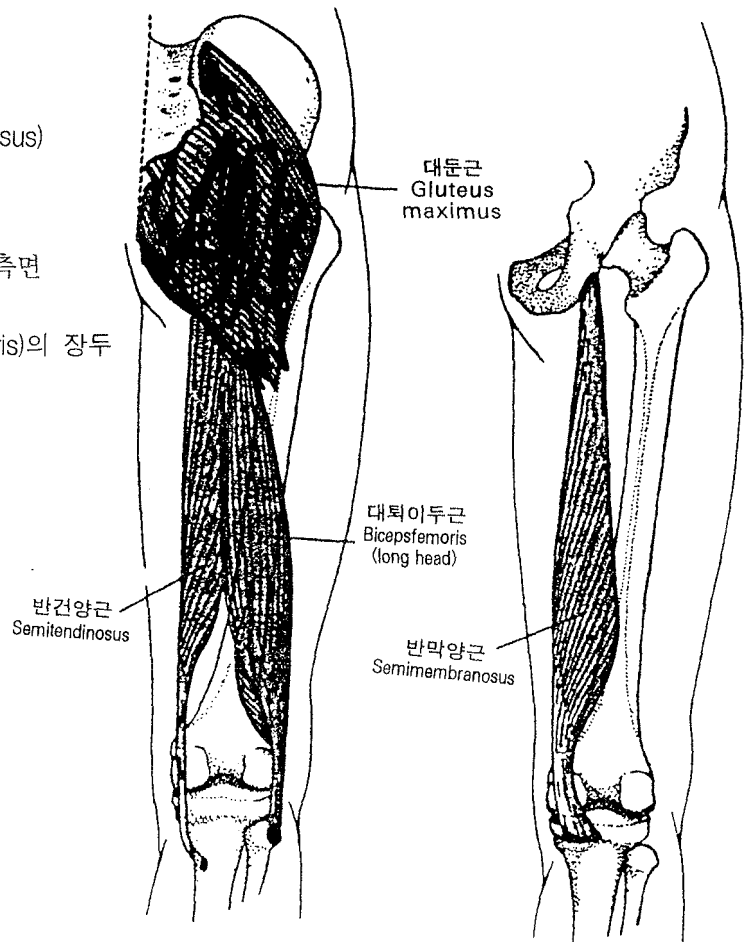
기시 : 좌골결절

정지 : 경골과의 후내측면

* 대퇴이두근 (biceps femoris)의 장두

기시 : 좌골결절

정지 : 비골두



차. 고관절 외전 (hip abduction)

* 중둔근 (gluteus medius)

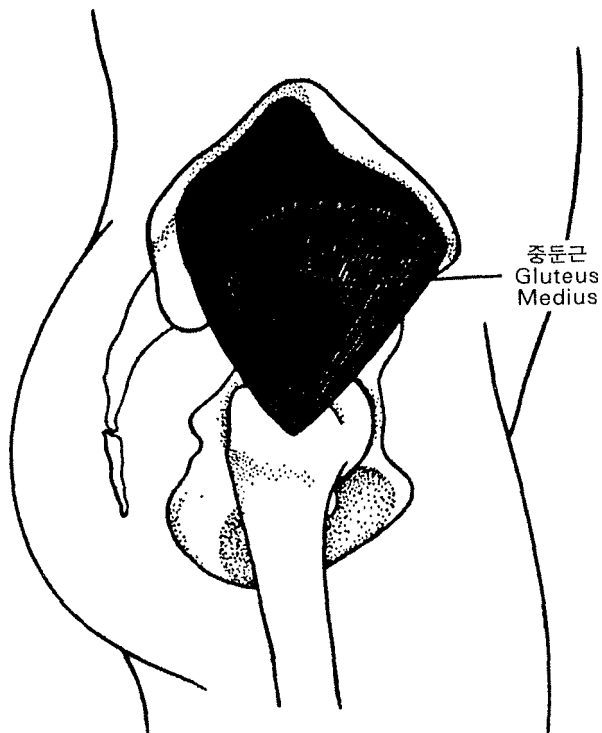
기시 : 장골능 (장골의 상둔선, 중둔선 사이)

정지 : 대퇴골 대전자

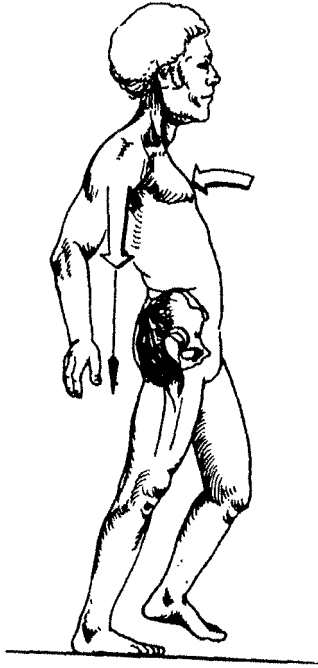
* 소둔근 (gluteus minimus)

기시 : 장골후부 (중둔선과 하둔선 사이)

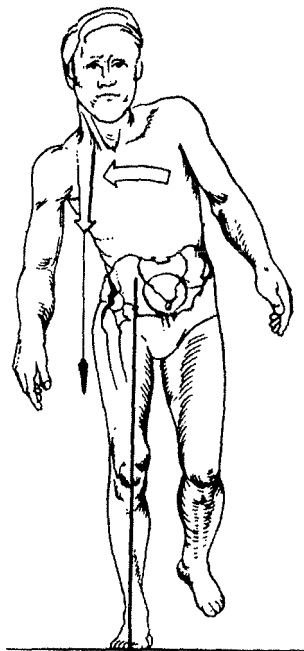
정지 : 대퇴골의 대전자 전면



* 대둔근 약화시 보행이상



* 중둔근 약화시 보행이상



카. 고관절 내전 (hip adduction)

* 대내전근 (adductor magnus)

기시 : 좌골조면, 치골지

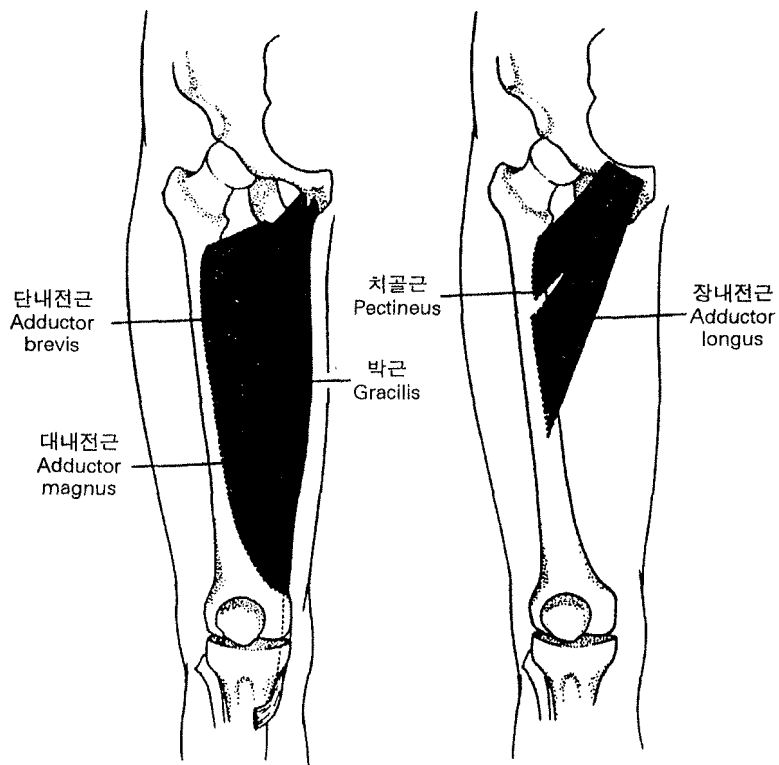
정지 : 대퇴골 후면의 조선, 대퇴골 내측의 내전근 결절

* 단내전근 (adductor brevis)과 장내전근 (adductor longus)

기시 : 치골 전면

정지 : 대퇴골 후면의 조선

* 치골근 (pectineus)과 박근 (gracilis)



타. 슬관절 신전 (knee extension)

** 대퇴사두근 (quadriceps femoris)의 구성

대퇴직근, 내측광근, 외측광근, 중간광근

* 대퇴직근 (rectus femoris)

기시 : 하전장골극, 관골구 상연

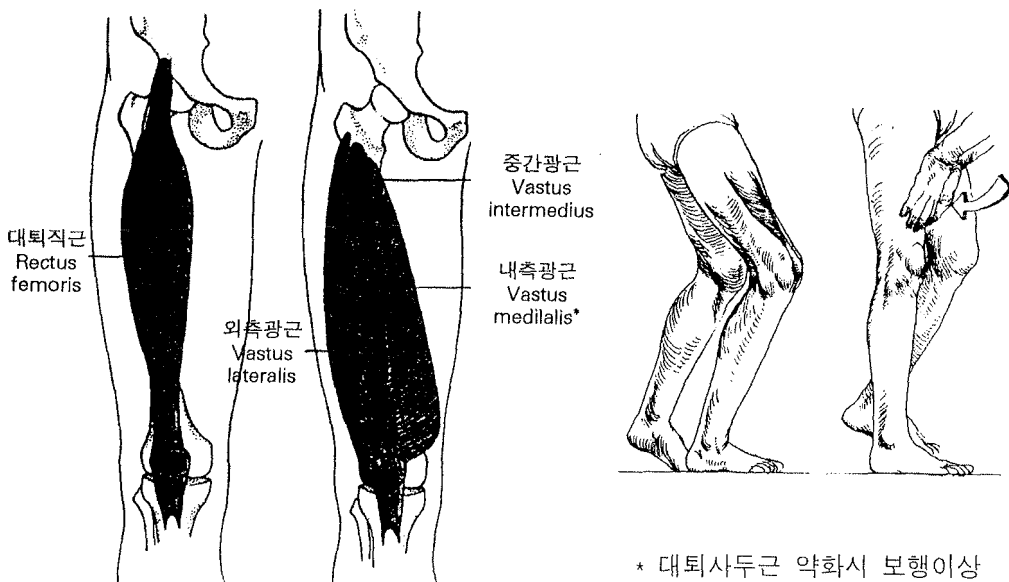
정지 : 슬개골

* 내측, 외측, 중간 광근 (vastus medialis, lateralis, intermedius)

기시 : 내측광근 - 대퇴골 후면의 조선

외측광근 - 대퇴골 후면의 조선

중간광근 - 대퇴골간의 전외측면



* 대퇴사두근 약화시 보행이상

파. 슬관절 굴곡 (knee flexion)

** 슬괵근 (hamstrings)의 구성

대퇴이두근, 반막양근, 반건양근

* 대퇴이두근

기시 : 장두 - 좌골결절

단두 - 대퇴골 조선

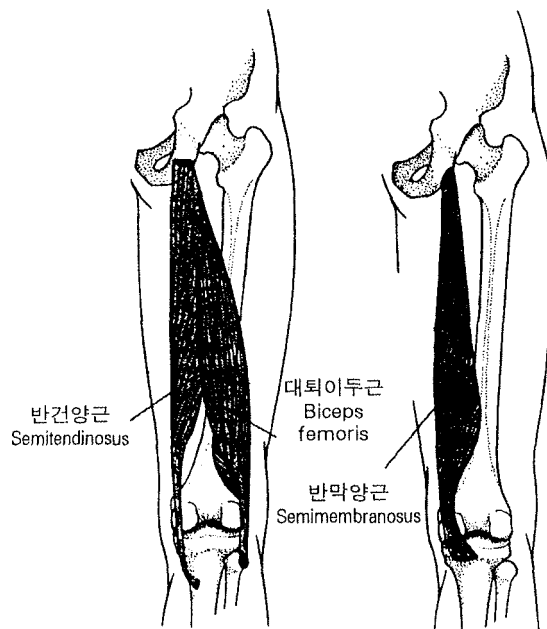
정지 : 비골두

* 반막양근 (semimembranosus), 반건양근 (semitendinosus)

기시 : 좌골결절

정지 : 반막양근 - 경골과의 후내측면

반건양근 - 경골의 전상부

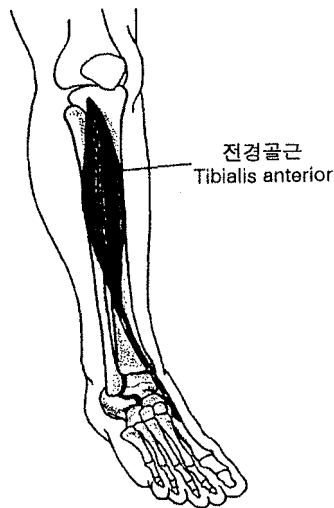


하. 발목관절 배측굴곡 (ankle dorsiflexion)

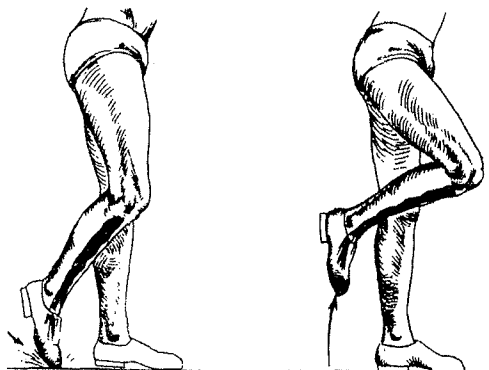
* 전경골근 (tibialis anterior)

기시 : 경골의 외측골간, 골간막

정지 : 제 1 중족골의 저부, 제 1 설상골



* 전경근 약화시 보행이상



거. 발목관절 저축굴곡 (ankle planta flexion)

* 비복근 (gastrocnemius : GCM)

기시 : 내측두 - 대퇴골 내측상과

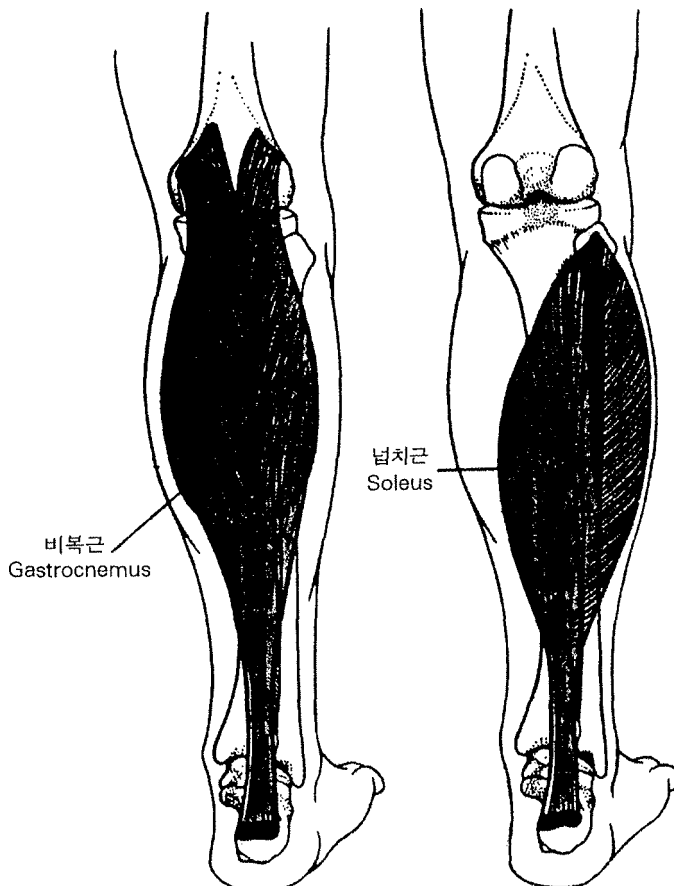
외측두 - 대퇴골 외측상과

정지 : 아킬레스건으로 되어 종골에 부착

* 넙치근 (soleus)

기시 : 경골의 넙치선, 비골두 후방과 비골체 상부

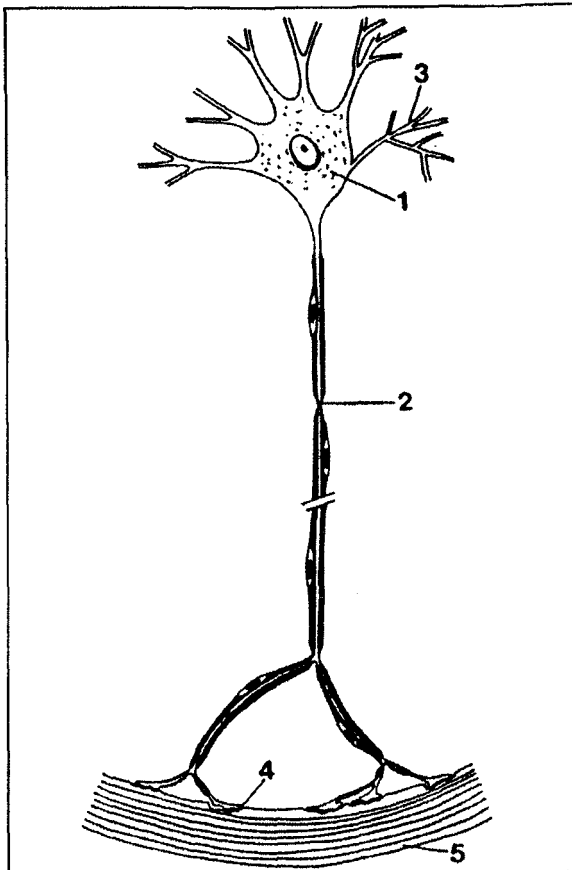
정지 : 아킬레스건이 되어 종골에 부착



제 4 장 신경계통(Nervous system)

1. 신경세포(nerve cell)의 구조와 기능

구조 : 신경세포는 세포체(cell body)와 세포돌기(cell process)로 구분한다. 세포체는 핵과 세포질로 나뉘며 세포돌기는 다시 축삭(axon)과 수상돌기(dendrite)라는 두 종류의 돌기로 분류된다 [그림-1].



- 1 세포체 Cell body
- 2 축삭 Axon
- 3 가지돌기 Dendrite
- 4 신경근육종말 Neuromuscular terminal
- 5 근육 Muscle

[그림-1] 신경세포

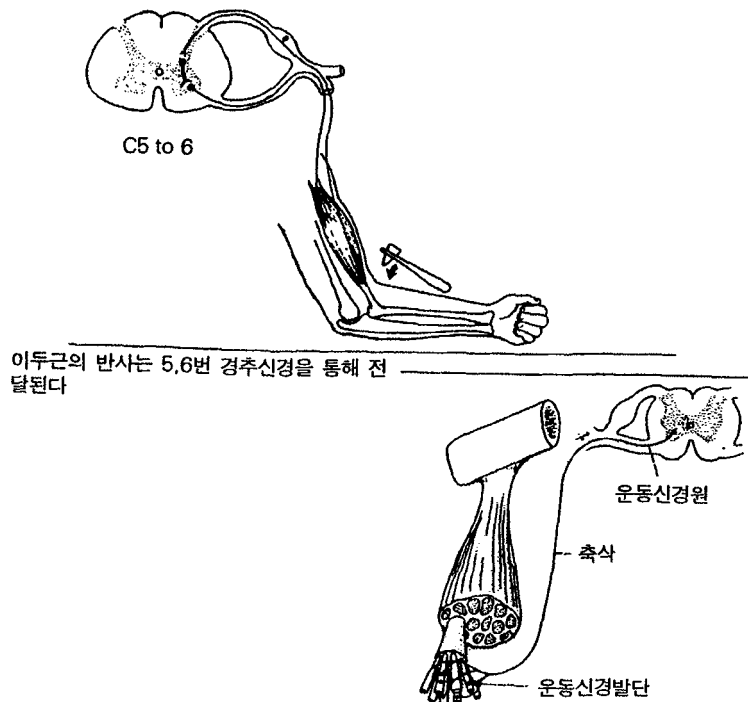
기능 : 신경세포는 신경계에서 자극을 받아들이고 이를 다른 신경세포로 전달(synapse)하여 정보를 처리, 전달하여 반응을 일으키는 기능을 하며, 신경세포는 신경계의 기능적 기본단위로 신경원(neuron)이라고도 한다.

신경세포가 받아들인 정보는 전기 신호와 같은 형태로 축삭을 통해 전달되고 신경근육 종말에서 신경전달물질이 나와 근육을 수축시킨다.

근육이나 피부의 자극은 감각신경을 통해 척수를 거쳐 뇌로 올라가고, 뇌에서 정보가 처리되면서 종합된 후 운동정보가 다시 척수를 거쳐 운동신경으로 전달되고 사지를 움직이게 된다.

※ **반사궁(reflex arc)** : 자극이 척수만 거치고, 뇌로 올라가지 않는 것을 척수반사라고 하며, 감각신경, 척수 그리고 운동신경을 반사궁이라고 한다.

대표적으로 심부건반사는 척수반사의 일종으로 망치로 인대를 치면 근육이 늘어나면서 감각정보가 감각신경을 통해 척수로 올라가 바로 운동신경을 통하여 정보가 전달되어 근육이 수축하게 된다[그림-2].



[그림-2] 반사궁

운동신경의 구성

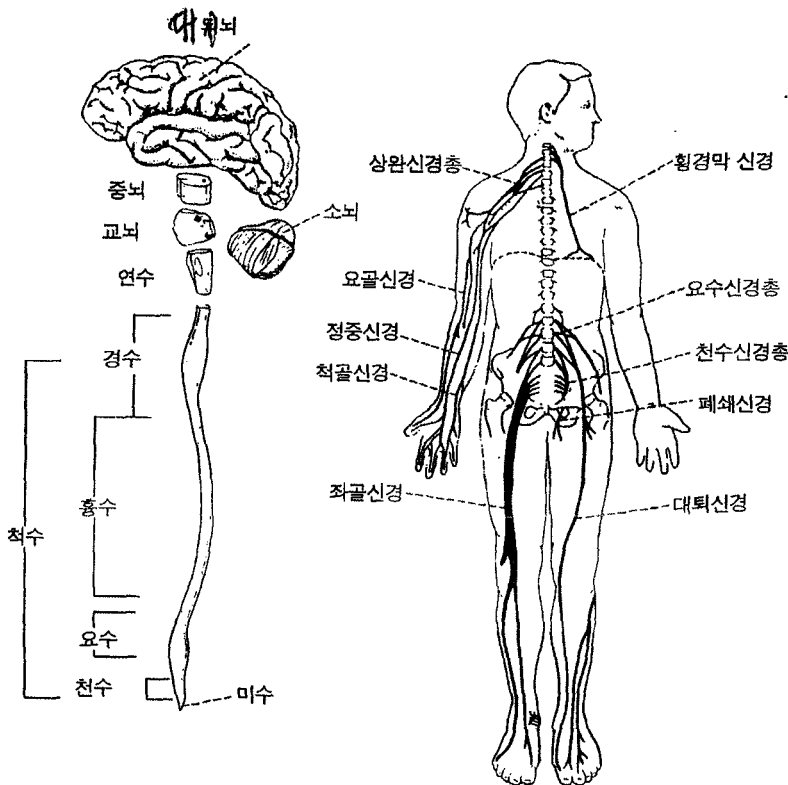
2. 신경계의 분류

중추신경계와 말초신경으로 나뉘며, 중추신경계는 뇌와 척수를 포함하며, 말초신경계는 12쌍의 뇌신경, 31쌍 척수신경, 그리고 자율신경계를 포함한다. 자율신경계는 교감신경과 부교감신경으로 구성되어 우리 몸의 내부장기에 분포한다.

가. 중추신경계

(1) 뇌

사람에서는 뇌는 대뇌(cerebrum), 소뇌(cerebellum)라고 하며, 나머지 부위는 뇌간(brain stem, 뇌줄기)으로 구성되어 있고 뇌간은 간뇌(midbrain), 교뇌(pons), 연수(medulla)로 구성되어 있다.[그림-3]



[그림-3] 중추신경과 말초신경

(가) 대뇌

대뇌피질은 전두엽, 두정엽, 측두엽, 후두엽으로 나뉜다.

1) 감각영역 (Sensory Area)

우리 몸의 감각정보는 척수에서 교차하여 반대쪽 대뇌의 두정엽으로 올라가게 되며, 대뇌피질의 감각영역은 감각정보를 받아 분석한후, 운동영역으로 보낸다.

2) 운동영역 (Motor Area)

대뇌피질의 운동영역은 전두엽에 위치해 있으며, 운동정보는 뇌간을 통과하면서 교차하게 되고 반대쪽 상하지의 움직임을 지배한다.

(나) 소뇌

소뇌는 주로 운동기능을 조절하며, 근육의 긴장도를 조절하고, 평형을 유지하는 기능

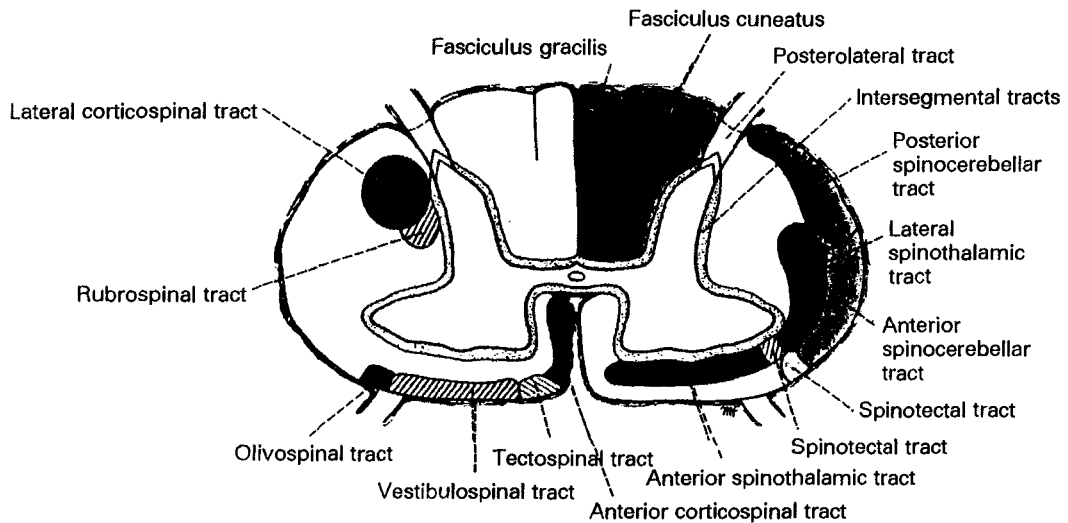
(다) 뇌간

뇌간에서는 열두 쌍의 뇌신경(cranial nerve) 중 후각신경(olfactory nerve, CN I, 후신경)과 시각신경(optic nerve, CN II, 시신경)을 제외한 열 쌍의 말초신경이 나온다.

(2) 척수

척수는 뇌와 사지의 정보를 전하고 받는 통로로, 척수의 신경로에는 수용기(receptor)에서 받은 정보를 뇌로 보내는 상행신경로(상행로, ascending tract)와, 뇌에서 효과기(effector)로 정보를 전달하는 하행신경로(하행로, descending tract)가 있다.

피질척수로(corticospinal tract)는 하행신경로로 뇌의 정보를 사지로 전달하며(주로 운동정보), 척수시상로(spinothalamic tract)는 상행신경로로 사지의 정보를 뇌로 전달한다(주로 감각정보) [그림-4]



[그림-4] 척수의 신경로

나. 말초신경계

7.번 하등신경

(1) 뇌신경

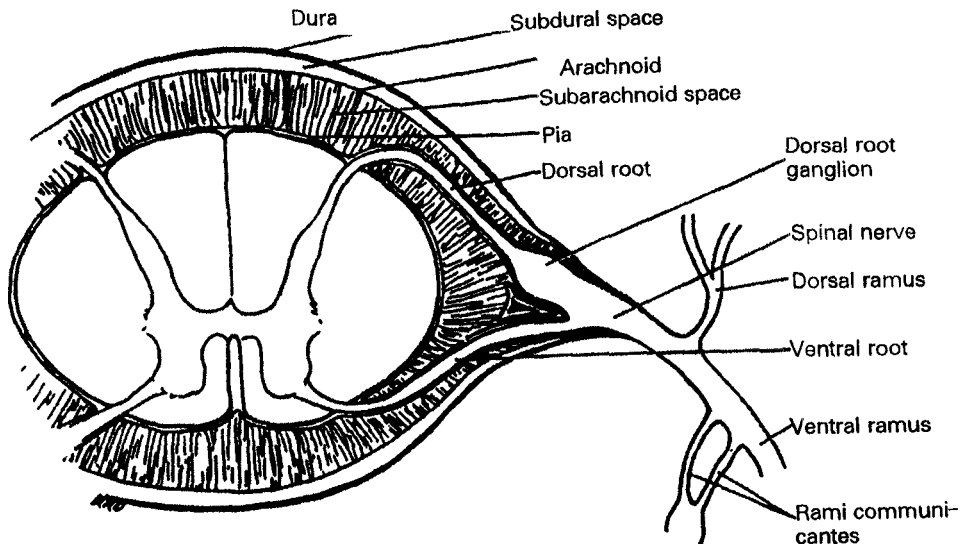
뇌신경은 12쌍이 있으며 뇌와 연결되어 있다.

1 후각신경(냄새), 2시신경(보기), 3동안신경(눈동자움직임), 4도르래 신경(눈동자 움직임), 삼차신경(얼굴감각), 6외향신경(눈동자 움직임), 8전정달팽이신경(듣기), 9설인신경(인후두의 감각 및 운동), 10미주신경(내장운동), 11부신경(등의 승모근 지배), 12설하신경(혀움직임)

(2) 척수신경

척수에서 잔뿌리(rootlet)가 나와, 이들이 합쳐져 앞 뒤 신경근(root)을 형성한다. 뒷신경

근(dorsal root)은 원위부에서 감각신경의 세포체가 모여 형성된 척수신경절이 되고 앞신경근(ventral root)과 합쳐져 척수신경(spinal n.)을 이룬다. 척수신경은 앞가지(ventral ramus)와 뒷가지(dorsal ramus)로 나뉜다.[그림-5]



[그림-5] 척수와 척수신경의 구조

척수신경은 31쌍(경수8, 흉수12, 요수 5, 천수5, 미수1)이 있다. 1번 경추 위에서 경수신경이 나오므로 경수신경은 8개를 형성한다. 경수신경은 상완시경총을 형성하고, 요수와 천수신경은 요천수신경총을 형성한다.

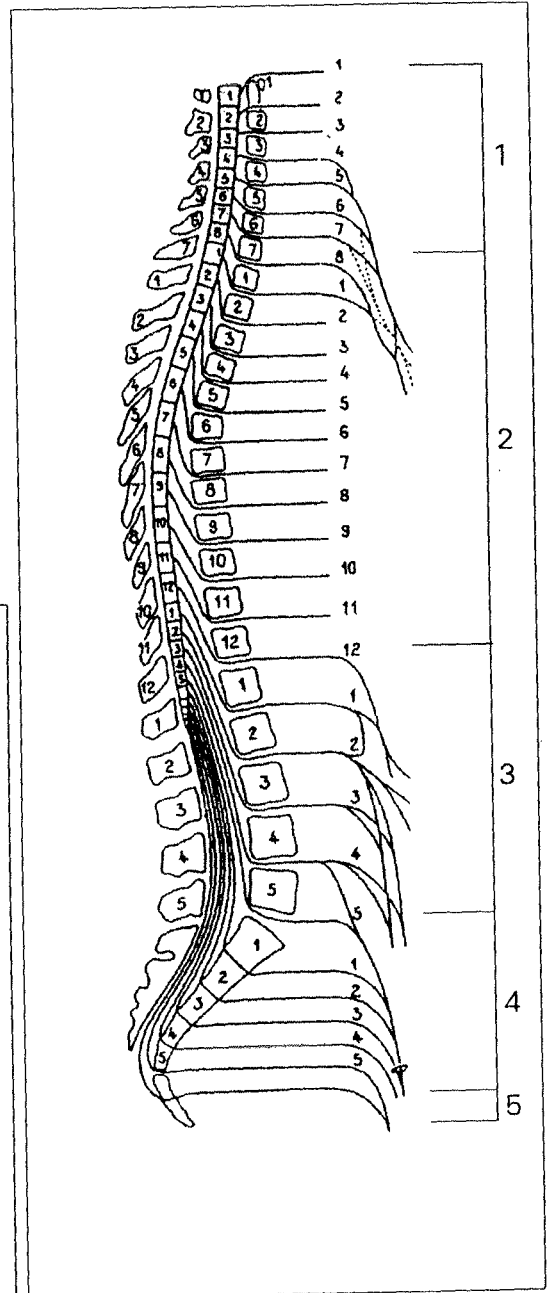
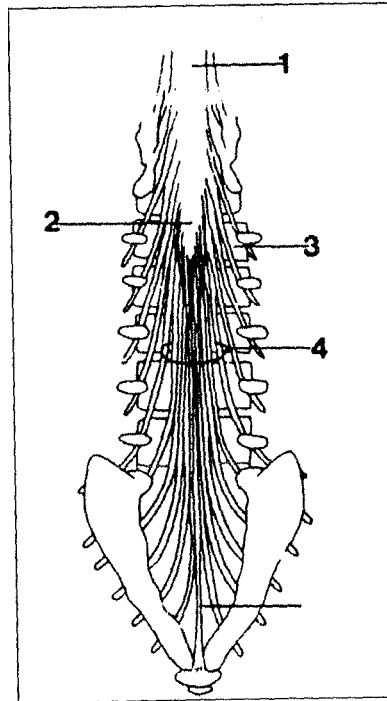
발생초기에는 척수와 척주의 길이가 같으므로 각 척추사이구멍을 지나가는 척수신경의 뿌리는 거의 수형으로 달리나 발생이 진행되면서 척수보다 척주가 빨리 길어지기 때문에 성인에거는 척수가 1번 요추 밑에 위치하고 그 이하로는 말꼬리처럼 신경근만 있으므로 마미(cauda equina)라고 한다.[그림-6]

척수의 분절 및 척수신경과 척주의 관계

- 1 경수신경 Cervical n.
- 2 흉수신경 Thoracic n.
- 3 요수신경 Lumbar n.
- 4 천수신경 Sacral n.
- 5미수신경 Coccygeal n.

척수의 아래쪽 끝

- 1 척수 Spinal cord
- 2 척수원뿔 Conus medullaris
- 3 첫째 요추골 First lumbar vertebra
- 4 말총 Cauda equina
- 5 종말근 Filum terminale

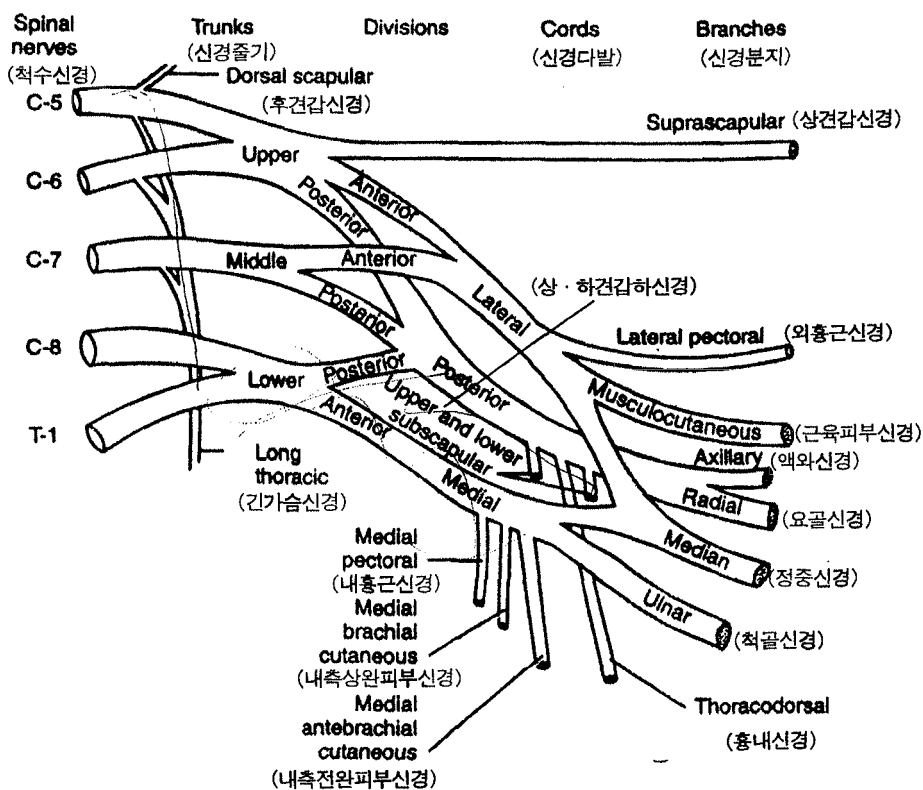


[그림-6] 척추와 척수신경의 관계

3. 팔의 신경

가. 상완신경총

척수신경의 앞가지(ventral ramus) 중 5번 경수신경(C5)에서부터 1번 흉수신경(T1)이 모여 상완신경총(brachial plexus)을 형성하며 여러 개의 가지 신경과 5개의 종말신경을 형성한다. 어깨, 팔, 손의 운동 및 감각을 담당한다. [그림-7]



[그림-7] 상완신경총의 구조

(1) 신경가지(ramus)에서 분지

① 긴가슴신경(long thoracic n.)

- 견갑골을 내리거나 앞으로 미는 역할(scapula depression, protraction)

② 후견갑신경(dorsal scapula n.)

- 견갑골을 올리거나 뒤로 미는 역할(scapula elevation, retraction)

(2) 신경줄기(trunk)에서 분지

① 상견갑신경(suprascapular n.)

- 상완을 옆으로 들기(arm abduction)와 바깥으로 돌리기(external rotation)

(3) 신경다발(cord)에서 분지

① 흉배신경(thoracodorsal n.)

- 상완을 뒤로 보내거나(arm extension) 가슴에 붙이는 역할(arm adduction)

② 견갑하 신경(subscapular n.)

- 상완을 안으로 돌린다(arm internal rotation)

③ 흉근신경(pectoral n.)

- 흉근에 분포하여 상완을 가슴에 붙이게 한다 (arm adduction)

④ 내측 상완 피부신경

⑤ 내측 전완 피부신경

(4) 주요 종말 가지(terminal branch) 신경

✓ ① 근육피부신경(musculocutaneous n.)

- 전완을 구부리게 한다 (elbow flexion)

✓ ② 액와신경(axillary n.)

- 상완을 위로 들어올리게 한다(arm abduction)

✓ ③ 요골신경(radial n.)

- 전완을 펴고(elbow extension), 손목을 위로 제끼고(wrist extension),
손가락을 위로 펴기(finger extension)

* 신경주행이 상완골의 뒷쪽 면을 따라 내려올 때 피부와 가까우므로 압박받기 쉽다.

* wrist drop

✓ ④ 척골신경(ulnar n.)

- 손가락을 편 상태에서 오므리고 벌리게 한다 (finger adduction, abduction),
손가락 마디 관절을 펴는 역할 (proximal interphalangeal joint extension)

* 신경주행시 주관절의 내측상완돌기 밑을 지나면서 손상받기 쉽다.

* 4, 5 번째 손가락 claw hand

⑤ 정중신경(median n.)

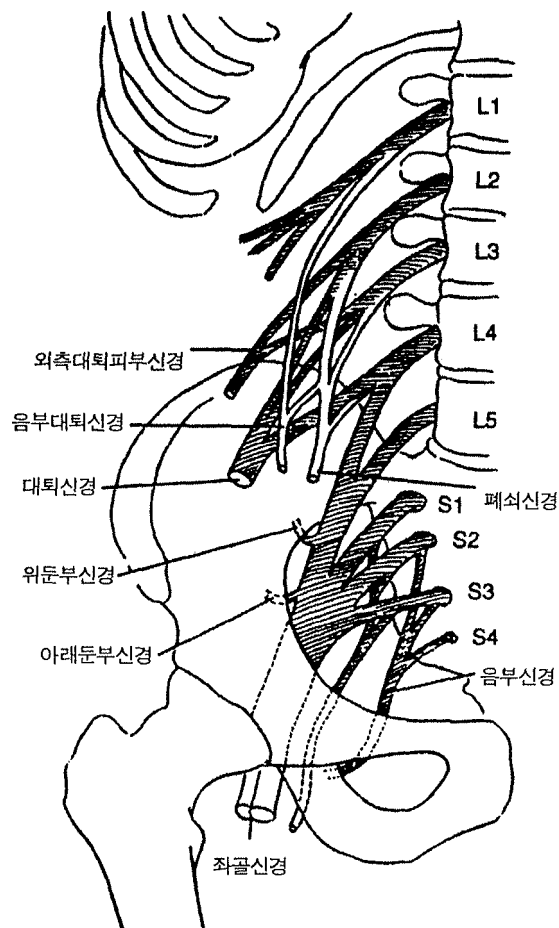
- 손목을 구무리는 역할(wrist flexion),

엄지손가락 들고 구부리기(1st finger abduction, flexion)

* 2, 3, 번째 손가락 claw hand

4. 다리신경

다리 신경은 요수신경총과 천수신경총에 의해 재배를 받는다[그림-8]



[그림-8] 요천수신경총의 구조

가. 요수신경총

주로 대퇴부의 앞쪽과 내측을 지배

① 대퇴신경

- 둘째에서 넷째 요수 신경(L2-4) 뒷가지에서 에서 일어나 장골근(iliacus m.)과 요근(psoas m.)에 가지를 내고 살인대(inguinal ligament)를 지나 대퇴삼각속으로 들어가 앞가지와 뒷가지로 나뉘어진다.
- 앞가지는 대퇴비스듬근(sartorius) 지배, 뒷가지는 대퇴사두근(quadriceps femoris)을 지배한다.
- 대퇴를 위로 들고(thigh flexion), 하지를 펴는(knee extention) 역할을 담당한다

② 폐쇄신경(obturator n.)

- 둘째에서 넷째 요수 신경(L2-4) 앞가지에서 에서 일어나 폐쇄관을 지나 내전근(adductor m.)을 지배하며 대퇴부 내측의 피부신경을 분포한다.
- 대퇴를 내측으로 모으는 기능(thigh adduction)

③ 외측 태퇴 피부신경(lateral femoral cutaneous n.)

④ 음부대퇴신경 (genitofemoral n.)

나. 천수신경총

둔부 근육과 대퇴의 뒤쪽 부위 근육 그리고 하지근육을 지배한다

① 위 둔부신경(superior gluteal n.)

- 넷째, 다섯째 요수신경과 첫째 천수신경(L4,5,S1)에서 일어나며 좌골구멍을 통과하여 둔부로 빠져나와 둔부근(gluteus medius, minimus m.)에 분포한다.
- 대퇴를 옆으로 드는(thigh abduction) 역할을 하며 서는 동작에 중요하다.

② 아래 둔부신경(inferior gluteal n.)

- 다섯째 요수신경과 첫째, 둘째 천수신경(L5, S1, 2)에서 일어나며 좌골구멍을 통과하여 둔부로 빠져나와 둔부근(gluteus maximus m.)에 분포한다.
- 대퇴를 뒤로 드는(thigh extension) 역할을 하며 서는 동작에 중요하다.

③ 좌골신경(sciatic n.)

가장 큰 신경

- 넷째, 다섯째 요수신경과 첫째에서 셋째 천수신경(L4, 5, S1, 2, 3)에서 일어나며 우리 몸에서 가장 큰 신경이다.
- 골구멍을 통과하여 둔부로 빠져나와 좌골결절과 큰 대퇴돌기사이를 지나 대퇴의 뒷부위로 들어가 큰내전근(adductor magnus m.)의 뒷부위와 하지를 구부리는 근육(hamstring m. : biceps femoris, semimembranosus, semitendinosus m. : knee flexion)을 지배한다.
- 좌골신경은 오금을 지나면서 총 비골신경과 경골신경으로 나뉜다.

④ 총비골신경(common peroneal n.)

- 오금을 지나면서 비골목(fibular neck)을 감고 돌아 비골근 속으로 들어간다.
- 이 부분에서 피부 바로 밑 튀어나온 뼈 밑을 통과하면서 손상받기 쉽다.
- 하지의 앞 옆 근육인 비골근(peroneal longus, brevis m.)과 전경골근(anterior tibialis anterior m.)에 분포하여 발목을 들어올리는(ankle dorsiflexion) 기능을 한다.

★ foot drop

⑤ 경골신경(tibial n.)

- 경골신경은 좌골신경이 그대로 계속되는 방향으로 달리다가 발의 내측 복숭아뼈 밑을 통과 후 내측 외측 발바닥 신경이 된다.
- 하지의 뒤쪽 근육인 가자미근 장딴지근을 지배하여 발목을 밑으로 내리는(ankle plantarflexion) 기능을 하며, 발의 작은 근육들을 지배 발가락을 움직이는 기능을 한다.

5. 몸통 신경

척추세움근(erector spinae m.)의 지배신경은 척수신경의 뒷가지(dorsal ramus)가 분포하며 머리에서부터 골반까지 등의 깊은층에 위치한 근육에 분포하여 척주(spinal column)의 운동에 관여한다.

등의 얇은층에 위치한 근육(lsttissimus 액냐, rhomboideus)은 상완신경총에서 분지된 신경에 의해 지배된다.

가슴부위는 흉근을 지배하는 흉신경(pectoral n.)과 늑간근(intercostal m.)을 지배하는 흉수신경(T1-T12)이 분포한다.

복부는 복부근을 지배하는 흉수신경(T6-T12)이 분포한다.

제 5 장 내장계통 (Visceral system)

1. 주요 장기

가. 신장

소변을 걸러내는 역할

혈액중 불필요한 물질, 유해 물질을 소변을 통해 배출

체내 수분, 전해질, 혈액량 조절

나. 간장

담즙의 분비., 해독 작용, 적혈구 파괴

다. 췌장

소화 작용, 인슐린으로 혈당 조절

라. 비장

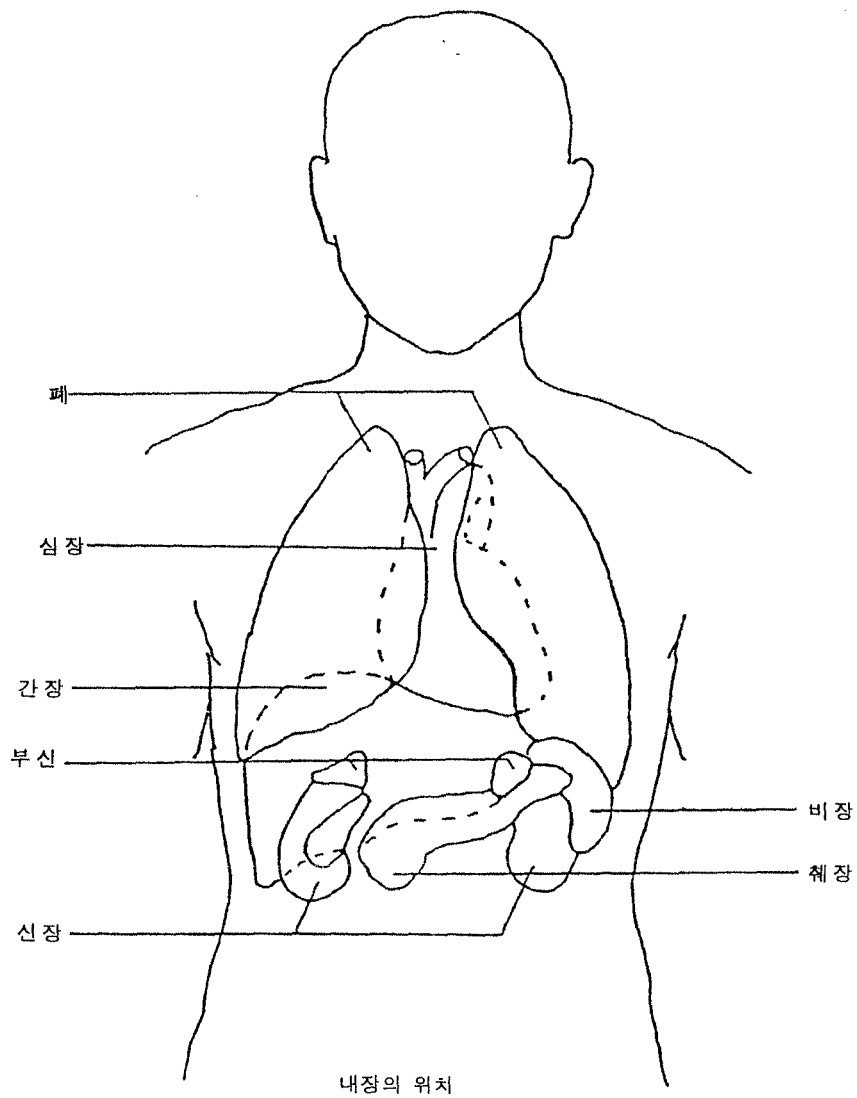
적혈구 생성, 면역 작용, 혈액중 잔유물 제거

마. 폐

산소와 이산화탄소의 교환

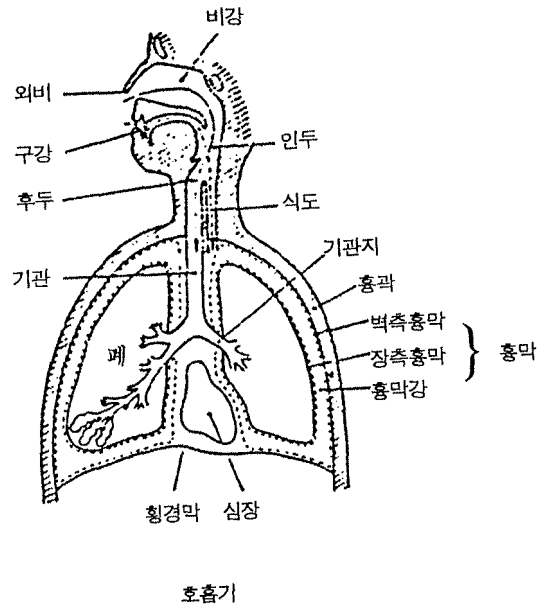
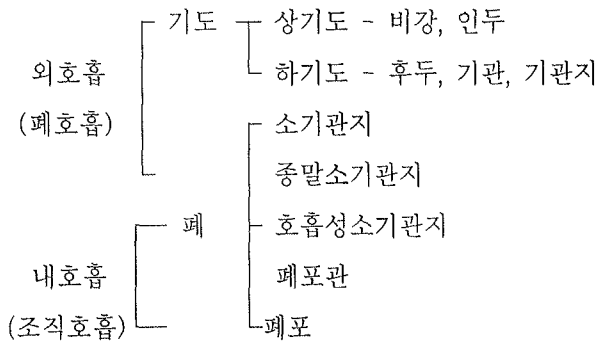
바. 부신

부신피질, 부신수질 호르몬의 분비



2. 호흡기계

가. 호흡



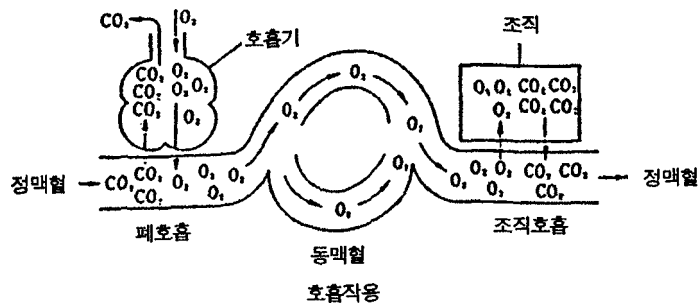
나. 산소, 이산화 탄소의 교환

(1) 폐에서

환기에 의해 흡입한 산소는 폐포에 도달하여 혈액속으로 확산
대부분 적혈구의 헤모글로빈과 결합하여 운반
이산화탄소는 폐모세혈관에서 폐포로 확산

(2) 조직에서

산소는 세포로 이동(확산)
이산화탄소는 모세혈관으로 이동



다. 폐의 구조

우측폐 : 총 환기량의 55% 3개의 엽으로 구성
좌측폐 : 총 환기량의 45% 2개의 엽으로 구성

라. 호흡 운동

흡식(들여 마심) : 횡경막 수축, 외늑간근의 수축으로 흉곽 용적 증가
호식(내 쉴) : 횡경막과 외늑간근의 이완, 복근과 내늑간근의 수축으로
흉강 용적 감소

마. 호흡 중추

흡식 중추 ┌ 연수
호식 중추 └

바. 흉식 호흡

흉식 호흡 : 늑간근의 작용으로 호흡

복식 호흡 : 횡경막의 작용으로 흉강의 확대와 축소로 호흡

사. 호흡수와 호흡량

(1) 호흡수

성인 : 16-20회

신생아 : 40-60회

유아 : 30-35회

(2) 호흡량

안정시 1번의 호흡으로 출입하는 공기량: 500ml

(3) 폐활량

힘껏 흡입후 최대한으로 내뿜는 공기량

남자 : 3500-4000ml

여자 : 2500-3000ml

3. 내분비

몸의 외부 환경은 수시로 바뀌지만 적절하게 대응하는 생기능의 활동으로 생체는 일정한 내환경을 유지, 보존하며 긴박한 사태에 대응할 능력.

가. 내분비

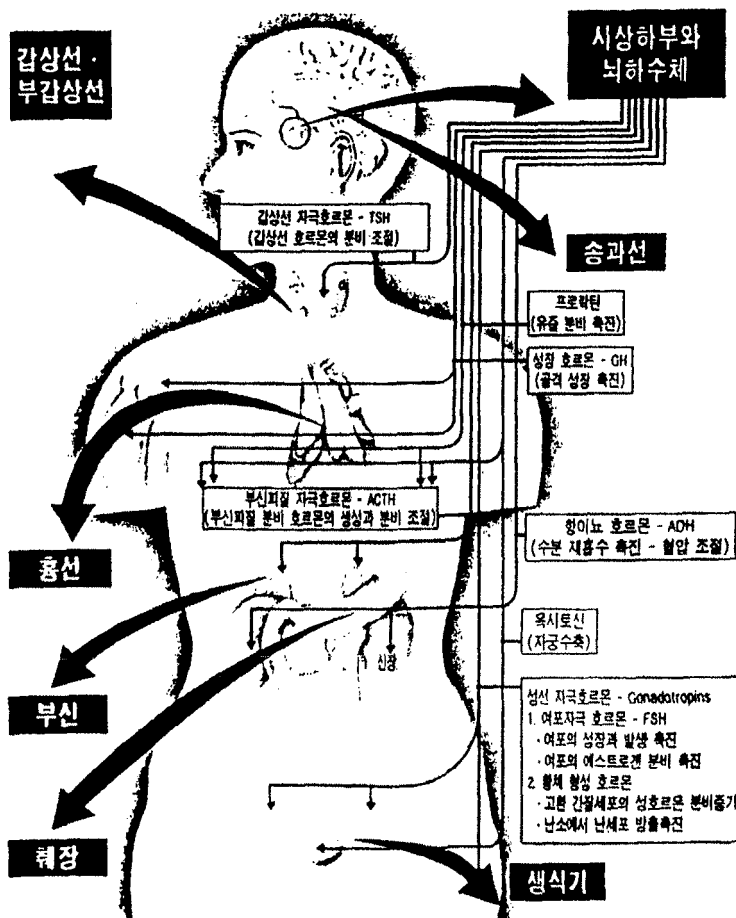
분비물이 직접 세포 외액으로 분비함으로써 분비물이 모세 혈관으로 들어가는 형태

나. 외분비

도관을 통해 분비물을 체표면이나 장관, 폐 등 타 기관과 연속하고 있는 공간에 배출
내분비 계통의 활동은 한 내분비 기관에 의한 단독으로 또는 여러 내분비 기관의 합동
에 의하여 영위되지만, 신경계와 합동으로 이루어 지기도 한다.

다. 내분비의 기능

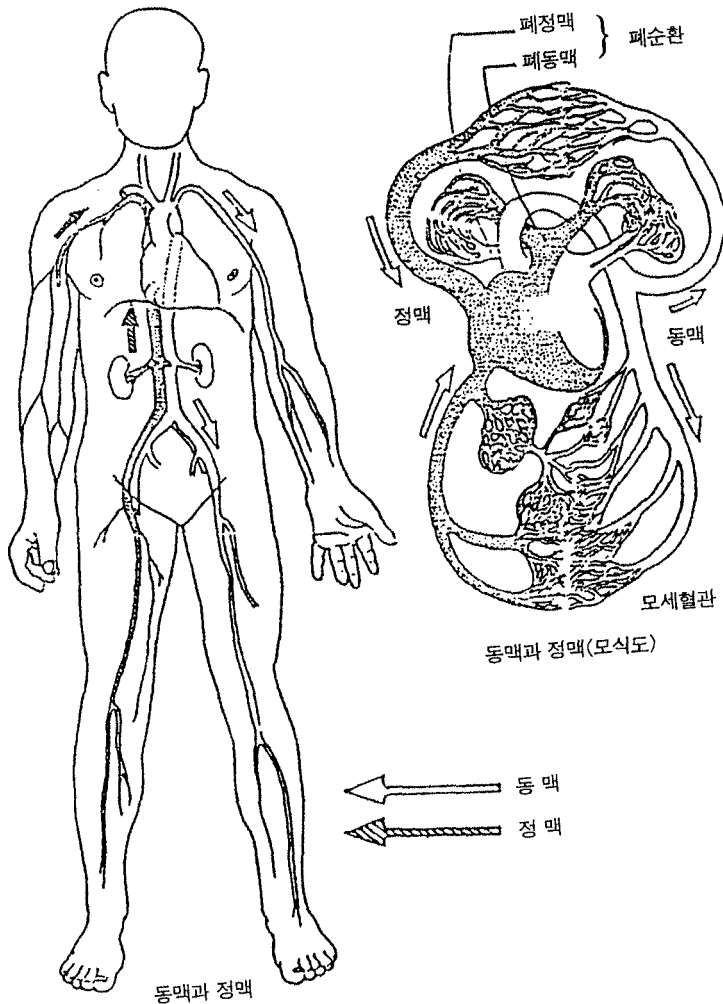
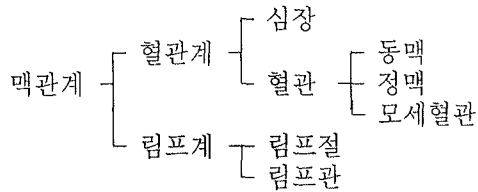
호르몬을 통해 세포의 기질 대사를 변동시키거나 세포막을 통한 물질 이동을 변경시킴
으로 체기능 조절과 성장, 분비, 생식 등 광범위한 세포기전에 조절에도 깊이 관여



주요 내분비 기관

제 6 장 순환기계통(Circulatory system)

1. 맥관계(혈관계, 림프계)



2. 심장

가. 위치

몸의 중앙에서 15도 좌측에 위치

흉강내 심막으로 둘러싸여 있으며 양 폐사이에 위치

나. 크기

12.5cmX9cmX6cm 300-250gm

다. 모양

원추형

라. 구조

심내막, 심근층(심근조직), 심외막

횡문근으로 되어 있음

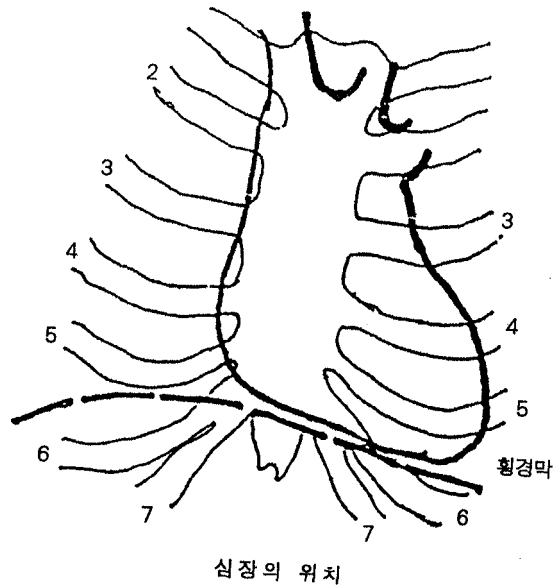
(골격근과 유사하나 불수의근의 특성도 있다.)

마. 작용

혈액 순환의 원동력

바. 심장 내부의 혈관

- (1) 우심방: 상하대정맥, 관상정맥동의 유입
- (2) 우심실: 폐동맥의 혈액이 유출
- (3) 좌심방: 폐정맥의 혈액이 유입
- (4) 좌심실: 대동맥의 혈액이 유출

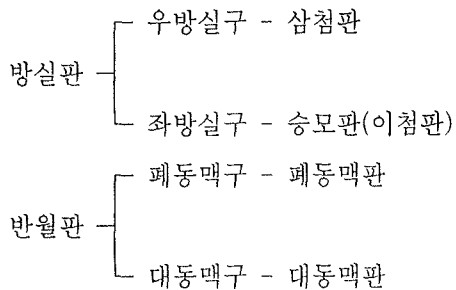


사. 심장의 박동

- (1) 심장벽의 수축(심수축기)과 이완(심확장기)의 반복
- (2) 심박수 : 성인 1분간 평균 60-80회
소아는 성인에 비해 빨리 뛴다.
- (3) 박동의 조절 : 자율신경의 지배를 받음

아. 심장의 판막

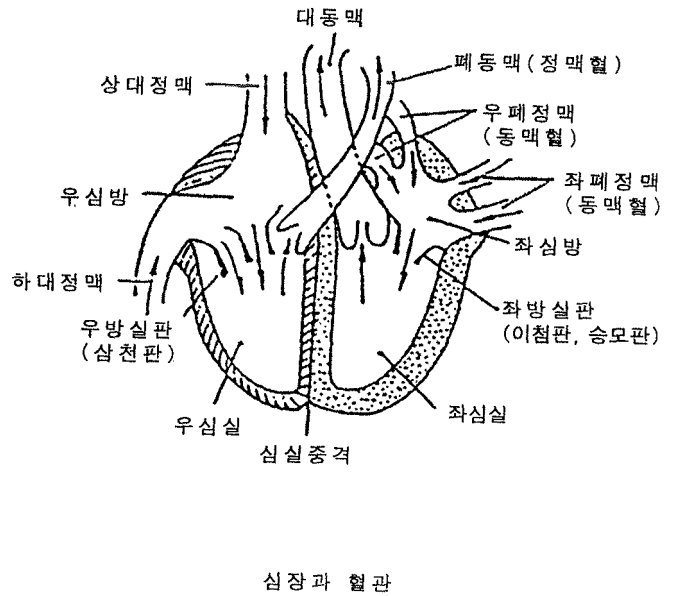
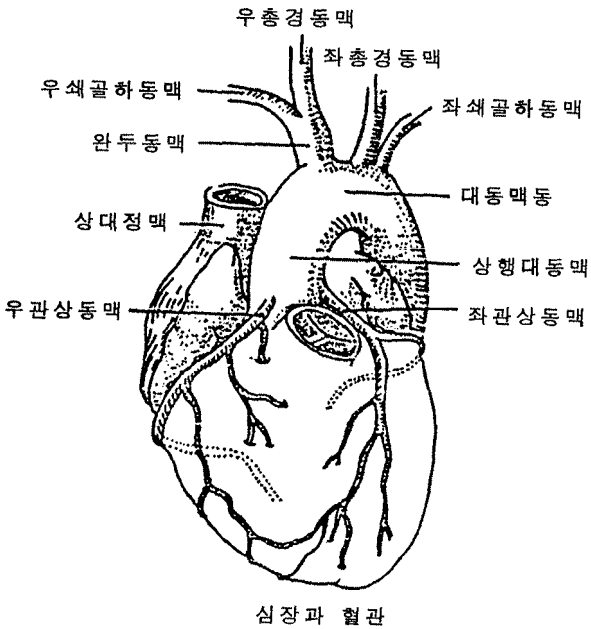
4개의 판(valve)가 있어 심장의 수축과 이완시 혈액의 역류를 방지



자. 혈관과 지배 신경

영양 공급 : 관상동맥

지배 신경 : 교감 신경(촉진), 부교감신경(억제)



3. 혈액의 순환

가. 대순환(체순환)

좌심실 → 대동맥 → 모세혈관 → 상하대정맥 → 우심실

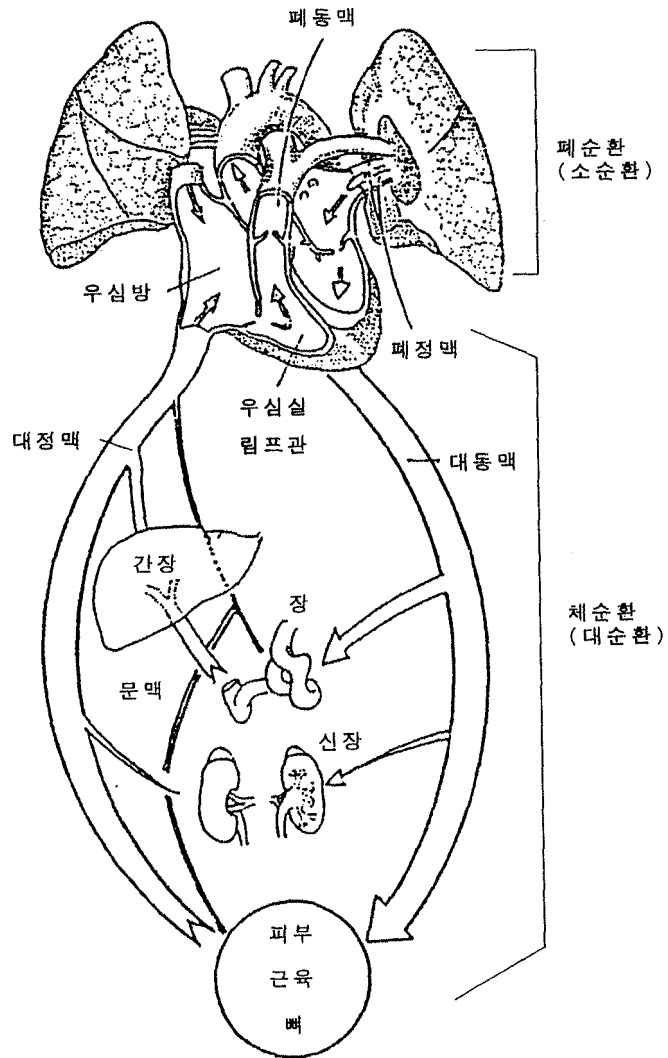
나. 소순환(폐순환)

(1) 폐동맥 - 정맥혈이 흐른다.

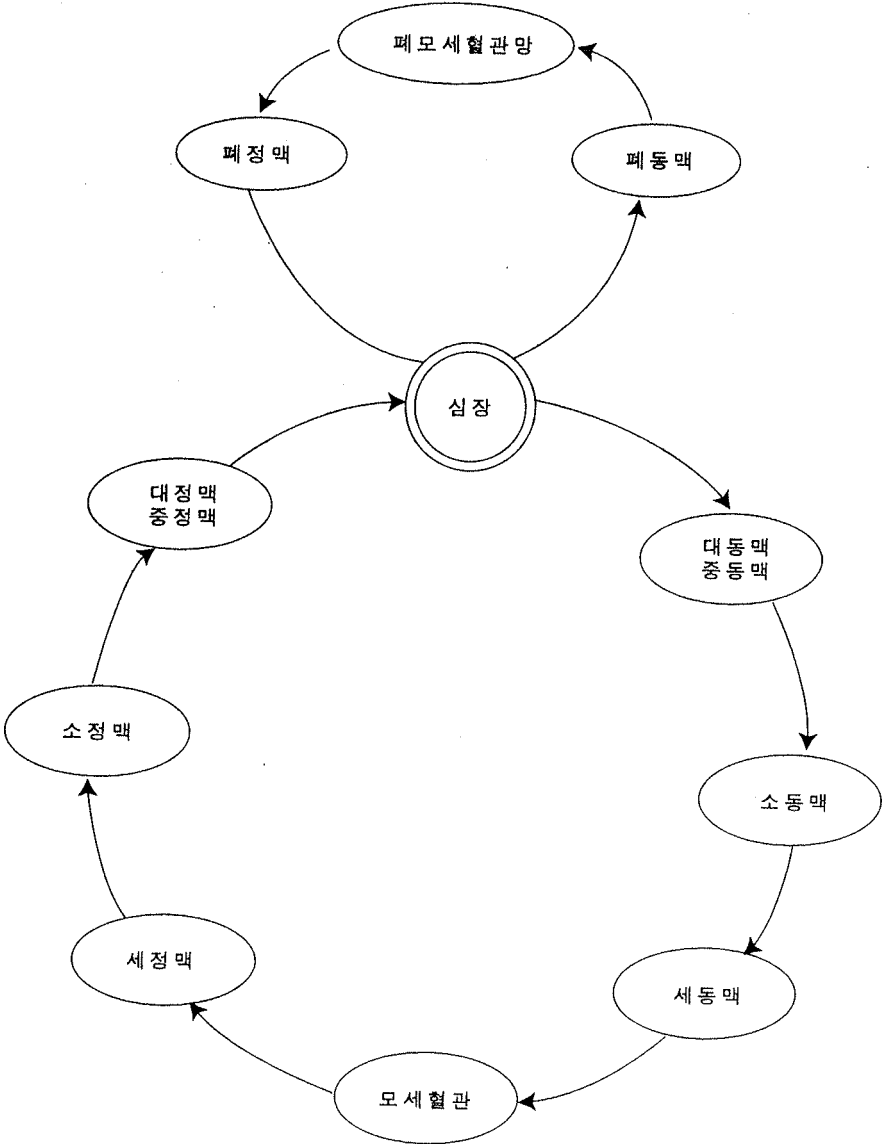
우심실 → 폐동맥 → 좌우폐동맥 → 폐포의 모세혈관망

(2) 폐정맥 - 동맥혈이 흐른다.

좌우폐정맥 -> 좌심실



혈액 순환의 흐름도



4. 혈관의 구조

가. 혈관벽 : 내막, 중막, 외막

나. 동맥 : 혈관 벽이 두껍다.

탄력섬유, 근조직이 많아 압력에 견딜 수 있다.

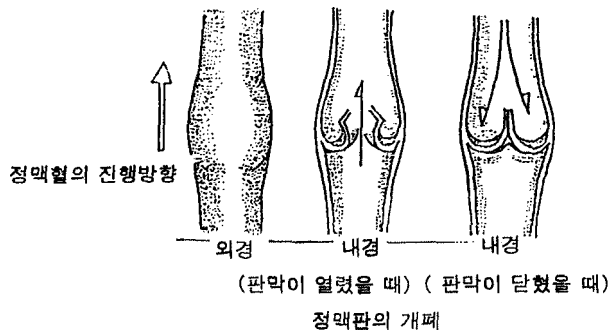
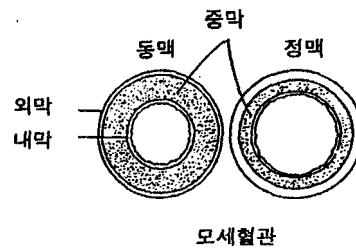
다. 정맥 : 벽이 얇고 구경이 크다.

평활근과 탄력섬유가 적고 신전성이 크다.

긴장변화에 따라 혈관의 크기가 변한다.

라. 모세관 : 혈관 벽이 얇다.

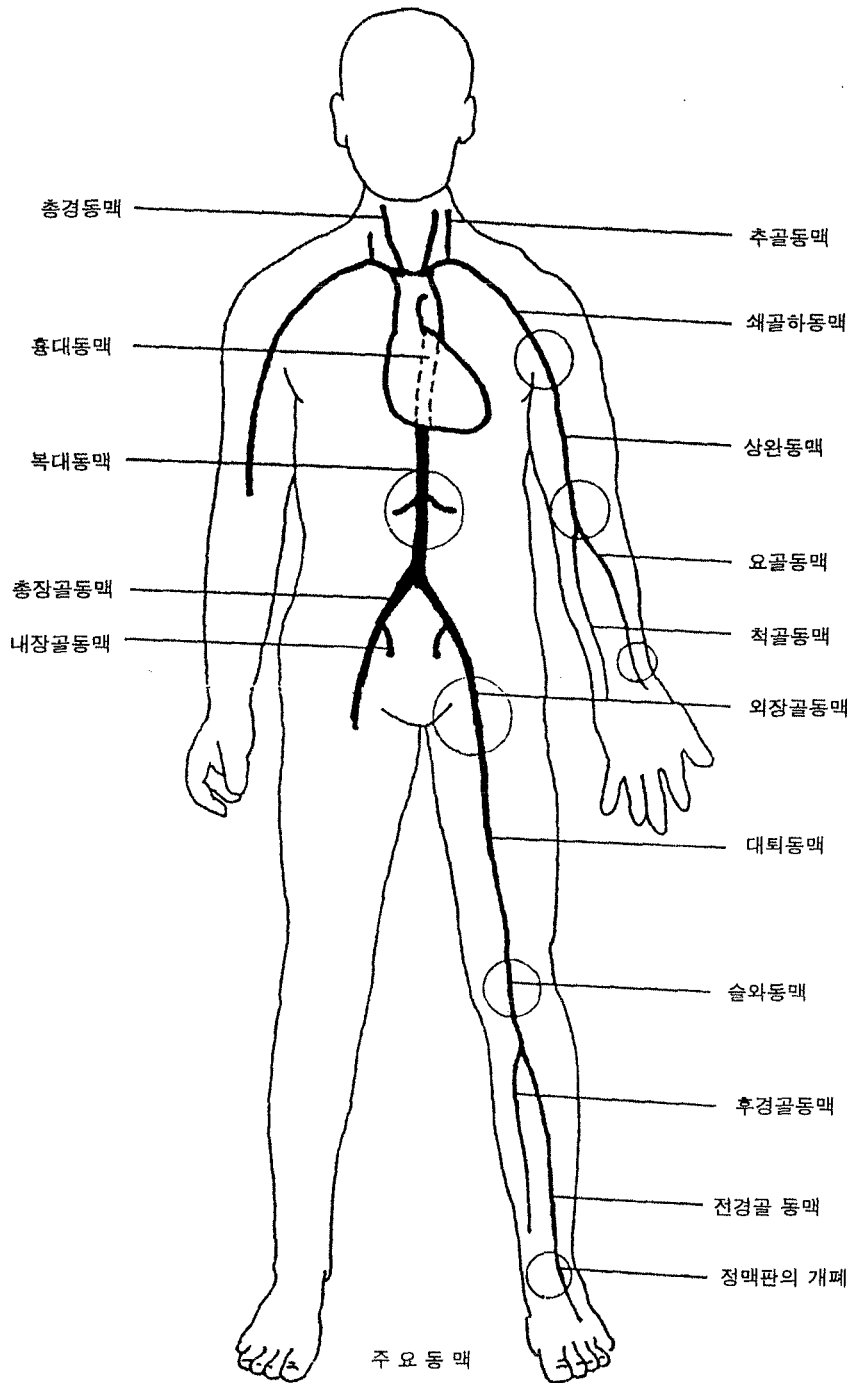
혈관 벽을 통해 산소, 이산화탄소, 영양분과 노폐물의 이동이 용이하도록 되어 있다.



정맥에는 동맥과 달리 반월상의 막이 있다.

정맥의 혈압은 동맥에 비해 압력과 속도가 낮아 정맥혈의 역류를 막아준다.

5. 동맥



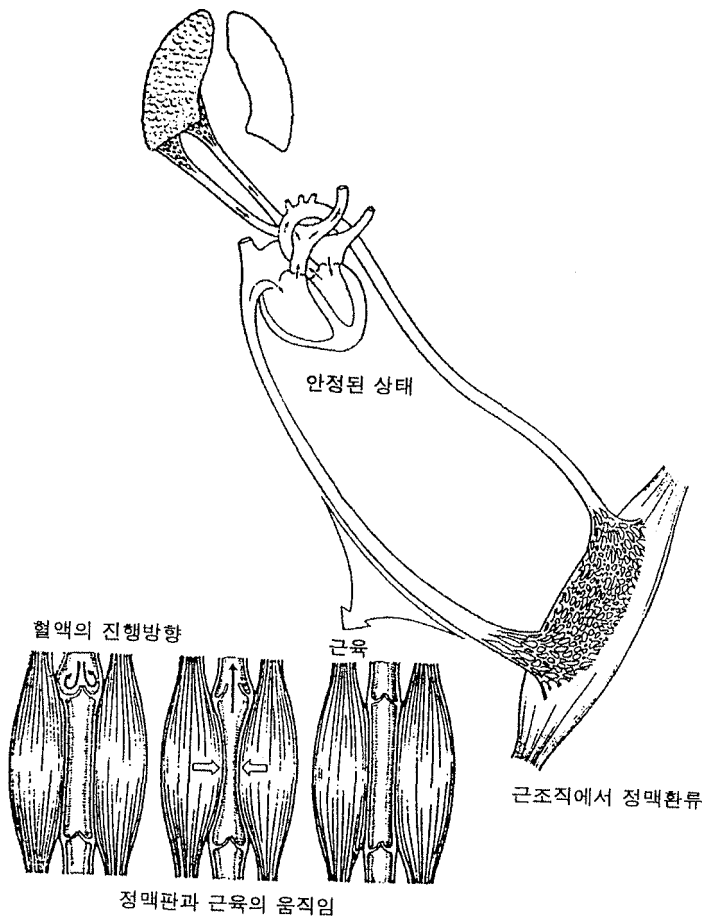
6. 정맥

가. 심장정맥 : 심장의 관상정맥의 혈액이 모여 우심방으로 들어 간다.

나. 상대정맥 : 상반신의 혈액이 모여 우심방으로 들어 간다.

다. 하대정맥 : 횡경막이하의 하반신의 혈액이 모여 우심방으로 들어 간다.

라. 문맥 : 위장, 췌장, 비장의 정맥혈이 간장으로 들어가는 정맥



■ 참 고 문 헌

1. 노민희 등, 인체해부학 : 고문사, 1993
2. 사람해부학. 정인혁.
3. 오정희 등, 임상운동학, 2판 : 대학서림, 1990
4. 정진우 역, 그림으로 보는 근골격 해부학 : 대학서림, 1993
5. Balandine Calais, Anatomy of Movement : Eastland Press, 1993
6. Clinical neuroanatomy for medical students. Snell.
7. Functional anatomy. Hollinshead's.
8. Helen J. Hislop, Muscle Testing : W.B. Saunder Company, 1995
9. Jekins, Functional Anatomy of the Limbs and Back : W.B. Saunder Company, 1991
10. Poritsky, Anatomy to Color and Study : Mosby, 1989
11. Robert Carola, Human Anatomy and Physiology : McGraw-Hill, 1992
12. Stanley Hoppenfeld, Physical Examination of the Spine and Extremities : Alleton & Lange, 1976

재활의학

김진호(서울의대 재활의학과 교수) : 1~4장

박창일(연세의대 재활의학과 교수) : 5~6장

문재호(연세의대 재활의학과 교수) : 7장

121258

제 1 장 재활의학 총론

1. 머리말

의학 발달과 더불어 어려운 질병이나 외상으로부터 생명을 구하는 기회가 많아지게 되고 또한 평균수명이 연장되면서 상대적으로 장애인이 증가하게 됨은 어쩔 수 없는 추세이다. 또한 환자에 대한 접근 방법도 질병중심의 시각을 벗어나 인간 중심의 시각으로 다루는 다영역 접근방식(multidisciplinary approach)을 원칙으로 알게 되어가고 있다. 특히 질병 및 외상 이후에 남는 장애에 대한 대책은 여생에 대한 ‘삶의 질’이란 문제와 관련되어 그 필요성이 절실하다.

재활의학은 일반적으로 장애가 있는 사람이 주어진 조건하에서 최대한의 신체적, 정신적, 사회적 능력과 그의 취미, 직업, 교육등의 잠재적 능력을 발달시켜주어 그 사람으로 하여금 가능한 한 정상에 가까운 생활을 할 수 있게 하여주는 분야로 정의될 수 있다. 따라서 재활의학은 치료의학, 예방의학에 이은 제3의 의학(The Third Phase of Medicine) 이라고 재활의학의 아버지, Howard Rusk는 제창하였다.

우리나라에서는 재활의학회가 1972년에 창립되었으며 1983년부터는 재활의학 전문의가 배출되기 시작하였다. 시대적으로 장애인에 대한 사회의 인식이 높아지고 환자나 장애인의 치료에 대한 욕구나 필요사항이 증가함에 따라, 그리고 국가의 복지 지향적인 정책에 따라서 재활의학 전문의의 수요는 증가하고 있다. 더욱이 의료보험이 전국민에 확산된 현재 앞으로도 그 수요는 훨씬 많아지리라 생각된다. 과거에 비해서는 많이 호전되어 대부분의 대학병원에서는 재활의학과가 개설되어있으나 아직도 많은 종합병원에 재활의학 전문의가 배치되지 못하고 있는 것은 유감스런 일이며 가까운 장래에 이런 상황은 많이 달라지리라 확신한다.

2. 치료분야

재활치료는 일반적으로 병의 초기에 예방 가능한 합병증을 예방하고 질병으로 인해서 발생된 장애에 대한 기능적 재활을 실시해주는 것이다. 이런 목표를 위한 치료적 접근으로는 손상 받은 부위의 기능을 최대한으로 살리고 손상 받지 않은 신체의 나머지부위를 강화시키고, 손상 받은 부위의 기능을 대치하도록 노력하며, 각 증상을 해결하고, 보조기 및 의지를 장착시키며, 병에 대한 교육 및 훈련을 통하여 환자자신의 기능을 향상시키고 또한 장애를 최소로 하기 위해서 주변환경이나 생활조건을 변화시킬 수 있도록 직업적, 사회적 재활까지 실시하게 된다. 재활치료의 대상이 되는 것은 일반적으로 모든 장애상태라고 할 수 있으나 재활의학에서 실질적으로 다루게 되는 분야는 다음과 같다.

척수손상 및 척수질환

중추 및 말초신경손상

뇌성마비

중추신경계 질환 및 근육질환

골절, 탈구 및 염좌

결합조직 질환

요부질환 및 만성통증

지체절단

화상 및 동상

호흡기 및 순환기 장애

재활의학전문의를는 장애인의 장애를 검사 및 평가하는 일과 이에 대하여 각종 치료 및 처치의 방법을 강구하고 관리하는 두 가지 역할을 한다. 보편적인 의학적 검사나 평가방법 외에 근전도(전기진단)검사, 관절운동범위 측정, 도수근력 측정, 일상생활동작 검사, 언어검사, 심리검사, 작업평가등이 있고 치료분야에는 물리치료, 작업치료, 언어치료, 의지 및 보조기 장착 등이 있다.

3. 재활 팀의 구성

재활의학은 환자에 대해 포괄적으로 치료하는 것을 목표로 한다. 정상적으로 살다가 갑자기 장애를 갖게 된 환자의 심리상태를 비롯하여 직업이나 환경까지 고려해가며 환자를 돌보는데 여러 분야의 전문인이 협력하여 치료하는 것이 바람직함은 물론이다. 장애인 재활을 위한 요원은 다양하지만 핵심적인 요원은 다음과 같다.

재활의학과 전문의

물리치료사

작업치료사

언어치료사

재활간호사

임상심리사

의료사회사업가

의지보조기 제작자

특수교사

직업보도사

이들 관련 전문요원들은 재활의학전문의의 리드 하에 서로가 밀접한 협동작업(team work)을 하여야 효과적인 장애인 재활이 가능하다. 각 요원들의 임무를 간단히 요약하면 다음과 같다.

가. 물리치료사

- 1) 관절의 운동범위 유지 및 증진
- 2) 근력의 평가 및 정량화
- 3) 앉는 동작, 균형 잡기, 이동, 보행의 평가 및 점진적 보행훈련
- 4) 근육의 근력, 지구력, 협동성을 증가시키는 운동실시

- 5) 각가지 물리치료 즉 열 치료, 전기치료, 견인, 마사지등 실시
- 6) 집안구조 즉 환경의 장애물에 대한 평가
- 7) 의자차의 필요성 평가 및 훈련
- 8) 의족 및 보조기의 장착 훈련 및 보행훈련

나. 작업치료사

- 1) 자조활동 및 상지보조기, 적응장치의 필요성 평가
- 2) 피로와 에너지소모를 최소화한 방법으로 일상생활동작의 훈련
- 3) 장애에 맞는 직업기술과 취미를 평가
- 4) 관절운동범위, 지구력, 근력, 협동의 유지, 개선
- 5) 감각, 인지능력의 손상의 평가 및 그에 대한 보상방법 훈련
- 6) 가옥구조의 평가 및 장애요소의 제거
- 7) 운전기능의 평가 및 재훈련
- 8) 상지 의지 사용을 위한 기능 훈련 등

다. 재활간호사

- 1) 환자의 건강상태를 파악하고 전반적 위생문제 관찰
- 2) 소음, 공해, 위생, 환경장애물들의 관리
- 3) 비활동성으로 인한 영향을 최소화하도록 예방적 수단 강구
- 4) 일상생활동작에 필요한 적응장치의 필요성 측정
- 5) 약품의 적절한 사용 등

라. 의지보조기 제작자

- 1) 보조기 및 의지의 디자인, 조립(fabrication), 적응(fitness)
- 2) 기구의 사용, 유지, 수선 등에 대한 교육 및 돌봐줌

마. 언어치료사

환자의 의사소통과 음식물의 연하작용에 도움을 준다

바. 임상심리사

환자의 심리적 면에 도움을 주며 재활치료에 대한 참여를 준비시킨다.

사. 사회사업가

환자, 가족, 재활 팀과의 상호관계를 연결시키면서 보조한다.

아. 직업보도사

직업적인 흥미, 적성, 기술을 평가하고 직업전환을 상담한다.

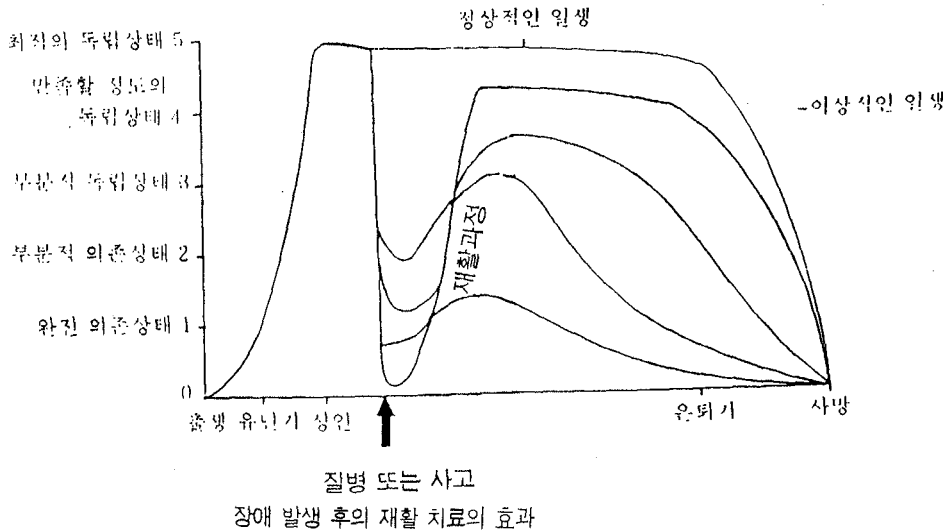
4. 재활의학의 중요성 증대

현대의학에 있어서 재활의학의 역할은 급속도로 그 중요성을 더하고 있다. 왜냐하면 현대의 의사가 환자를 진료할 때에 환자를 대하는 관념이 점차 달라져가고 있기 때문이다. 구시대의 의사들은 환자를 치료하는데 단지 정적인 병리과정의 진단을 하고 그 병소의 제거에 필요한 수술을 하거나 특수 투약을 하는 것으로 책임을 다한 것으로 생각하였다. 그러나 현대적인 의사는 이러한 비안간적인 환자취급방법을 버리고 깊은 인간적인 관심을 가진 넓은 관찰을 시도하여 그들 환자가 갖고 있는 질환뿐 아니라 하나의 인간으로서 신체적인 병이나 장애와 더불어 심리적 사회적 그리고 직업적인 면까지도 고려에 늦어서 환자의 문제를 해결해주는 동적인 노력을 하여야 한다는 것을 알게 되었다.

재활의학의 아버지라 불리는 러스크교수는 이렇게 말했다.

“만성질환 환자나 만성장애인의 재활은 기능회복에 대한 여러 가지 기술뿐 아니라 의료의 책임에 관한 철학이다. 이 책임을 충분히 다하지 못하면 기능이 저하되어가고 있는 경증 장애인을 중증 장애인으로 만들어서 자립성을 갖지 못하는 존재로 만들고 말 것이다. 발병 초기에 장차 생겨날 장애를 고려해서 이에 대한 적절한 조치를 취하지 않는다면

후일에게서 심화된 장애를 회복시켜 주는데 막대한 신체적, 경제적 부담을 화자에게 안겨 주게 될 것이다. 재활 프로그램은 개인을 되도록 높은 수준의 신체적, 경제적, 사회적, 감정적 자립으로 회복시켜 주는 것이다.”(그림 1-2)



이러한 새로운 의료의 책임에 관한 철학은 인간의 삶을 더욱 행복하게 해줄 것임에 틀림없다.

우리 나라 헌법 제9조에는 “모든 국민은 인간으로서의 존엄과 가치를 가지며 행복을 추구할 권리를 가진다. 국가는 개인이 가지는 불가침의 기본적인 인권을 확인하고 이를 보장할 의무를 가진다”라고 되어있다. 또 제 32조에는 “모든 국민은 인간다운 생활을 할 권리를 가진다. 국가는 사회보장, 사회복지의 증진에 노력할 의무를 가진다. 생활능력이 없는 국민은 법률이 정하는 바에 의하여 국가의 보호를 받는다”라고 명백히 국민의 기본 권리를 규정하고 있다. 장애인도 엄연히 국민의 한 사람이기 때문에 이러한 기본권리를 가지고 있는 것은 당연하다. 또, 사실 따지고 보면 장애의 원인은 그 개인에게 있다기보다는 그 대부분이 사회의 잘못에 있다고 할 수 있기 때문에 장애인은 사회로부터 보상을 받을 권리를 보유하고 있다고도 볼수가 있다. 모든 인간은 사람다운 삶을 살아야 한다는 현대적인 인권주장을 뒷받침해주기 위해서도 재활의학 (이러한 의미에서 일명 복권의학-復權醫學-이라고도 한다)은 더욱 필요하게 된다.

제 2 장 재활의학의 임상적평가

1. 머리말

다른 분야에서와 같이 재활의학적 치료의 시작은 정확한 진단에 있다. 그러나 재활의학에서는 장애진단에 필요한 증상과 소견 등은 질병의 진단만으로 가능한 것이 아니기 때문에 평가(evaluation)라는 말을 쓰게 된다. 평가는 병력과 이학적 검사(진찰)를 포함하며 나아가 환자의 기능과 잠재력을 포괄적으로 알아내는 과정이다. 평가는 일반적으로 의학 진료에서 얻을 수 있는 모든 자료와 소견 즉 병력, 이학적 검사, 검사소견과 여기에 사회적 존재로서의 환자를 평가하기 위한 환자의 가정, 가족사항, 직업 또는 생활환경 그리고 환자의 태도, 적응 능력 등을 포함해야 한다. 이는 재활의 치료목표와 치료방침을 그 환자에게 가장 적합하게 선택하는데 꼭 필요한 것이며 따라서 그 환자에게 가장 적합한 재활 프로그램의 시작이라 할 수 있다.

2. 재활의학적 평가의 특징

가. 재활의학의 평가는 기능의 평가이다.

재활치료의 목적은 기능을 향상시켜 장애(impairment)를 최소화하고 장애(disability)와 불구(handicap)를 없애는 데 있다. 즉 질병을 기준으로 하는 것이 아니라 기능을 기준으로 하며 따라서 기능의 평가를 위해서는 질병, 장애, 장애와 불구를 이해하여야 한다(표 1).

(1) 질병

질병(disease)은 특징적인 증상과 증후를 갖는 신체의 병적 상태를 말한다.

(2) 장해

장해(impairment)는 질병으로 인한 정신적, 물리적, 해부학적 구조나 기능의 손상 또는 이상을 말한다.

(3) 장애

장애(disability)는 장해로 인하여 그 사람에게 필요한 개인적 독립생활에 필요한 일들을 하지 못하는 것을 말한다.

(4) 불구

불구(handicap)는 장해나 장애로 인하여 사회생활가운데 자신의 역할을 하지 못하게 되는 것을 말한다.

[표-1] 장해, 장애 및 불구의 W. H. O. 의 정의

	장해(impairment)	장애(disability)	불구(handicap)
정도(level)	장기의 기능 이상	일 수행의 어려움	사회적 불이익
영향(impact)	기능의 손실	일 수행의 손실	역할의 손실

나. 재활의학적 평가는 포괄적인 평가이다

재활치료의 목표는 장애가 있는 환자를 가능한 신체적, 정신적, 사회적, 경제적으로 독립상태로 회복시키는 것이기 때문에 재활의학에서는 전인적(whole person)에 관심을 가지며 이런 목표를 이루기 위해 환자에 대한 다양한 정보, 즉 질병자체뿐만 아니라 이로 인한 가족 및 사회 환경, 직업, 경제상태등에 미치는 영향들도 포괄적(comprehensive)으로 알아야 한다.

다. 재활의학의 평가는 여러분야 협동의 평가이다.

재활의학전문의 뿐 아니라 물리치료사, 작업치료사, 언어치료사, 사회사업가 등 각 분야 별 평가(interdisciplinary evaluation)를 통하여 환자의 상태를 평가하여 문제 목록을 작성하고 각 분야의 목표를 달성한다.

3. 병 력

가. 주 소

나. 현 병력

- (1) 보행(ambulation)
- (2) 이동 동작(transfer)
- (3) 착탈의 동작(dressing activity)
- (4) 식사동작(feeding)
- (5) 위생동작(hygiene)
- (6) 의사소통동작(communication activity)

다. 기능적 병력

- (1) 기능의 정도
 - 독립적
 - 독립적이나 도움 필요
 - 도움 필요
 - 의존적
- (2) 보 행
 - (가) 수동적 서기

(나) 치료적 보행

(다) 실내의 기능적 보행

(라) 실외 보행

(3) 이동 동작

침상에서 의자차로, 의자차에서 변기, 욕조, 혹은 자동차로 이동할 수 있는지

(4) 착탈의 동작

혼자서 옷을 벗거나 입을 수 있는지

(5) 식사 동작

(6) 위생 동작

씻고 치장하기, 양치질, 빗질, 면도, 목욕, 대소변후 처리

(7) 의사 소통 능력

듣기, 쓰기, 읽기, 말하기 동작과 관련된 모든 능력

(8) 침상 동작

목가누기, 돌아눕기, 앉아있기 일어나 앉기, 기기, 체간 들기

라. 전신 소견

(1) 심혈관계: 호흡곤란, 기침, 심계항진, 흉통

(2) 호흡기계: 기침, 가래, 각혈, 호흡곤란

(3) 신경계: 감각 이상, 위약, 기절, 의식소실, 현기증, 기억장애

(4) 근-골격계: 통증, 변형, 위약, 관절운동장애, 관절 구축

마. 개인적 소견

- (1) 개인력: 환자의 성격, 행동, 의욕, 의지
- (2) 사회력: 가족, 가정환경, 사회환경, 경제력
- (3) 직업력: 교육정도, 직업, 경제상태

4. 이학적 검사(진찰)

가. 근-골격계의 검사

(1) 시진:

눈으로 봐서 근위축, 종창(부종), 피부색갈등 진찰

(2) 촉진:

만져봐서 종창, 종괴, 압통, 경련등 진찰

(3) 관절운동 범위 측정:

각도기의 회전축을 신체의 관절중심에 맞추고 각도를 잰다. 운동 범위는 도로 기록하는데 각 관절마다 정상각도 범위가 측정되어있다. 관절운동범위측정의 원칙은 다음과 같다.

(4) 근력 검사:

근력검사로써 Lovett 가 시작한 도수적 근육검진법이 많이 사용되는데 중력과 저항, 관절운동범위의 세 가지로 검사하는 방법이다(표-2).

[표-2] 근력 검사법

5	100%	Normal(N)	중력과 충분한 저항 하에서 능동적 정상관절운동
4	75%	Good(G)	중력과 어느 정도의 저항 하에서 능동적 정상관절운동
3	50%	Fair(F)	중력을 이기고 능동적 관절운동
2	25%	Poor(P)	중력 제거상태에서 능동적 정상관절운동
1	10%	Trace(T)	수축은 가능하나 능동적 관절운동은 불가능
0	0%	Zero(Z)	근육 수축의 증거가 없음

나. 신경계의 검사

(1) 정신 상태의 검사

(가) 의식상태(Level of consciousness)

(나) 지적 능력(Intellectual function)

- 1) 지남력: “대통령 이름은?”
- 2) 집중력: “456, 딸아 해보세요”
- 3) 회상력: 3개의 숫자나 물건을 기억시키고 5분 후에 묻는다
- 4) 계산력: “100-7-7-7”
- 5) 판단력: “집으로 가려면 어떻게 하느냐”

(다) 지각 능력(Perception)

- 1) 실인증: “귀를 잡아보세요”
- 2) 시각 무시:

시계 그리기, 십자가 그리기, 알버트검사, 선 나누기, 글자지우기

(라) 인지 능력(Cognition)

예; 치매 선별 검사, 약식 정신상태 검사, 글라스고 혼수 척도, 글라스고 결
과척도

(2) 뇌신경의 검사

(3) 반 사

- (가) 심부 건반사: 상완이두근, 상완삼두근, 대퇴사두근, 하퇴삼두근(아킬레스 건)
- (나) 기타 반사: 표재성 복벽 반사, 항문 반사
- (다) 병적 반사:

(4) 감각 검사

- (가) 표재부 감각: 가벼운 촉각, 통각, 온도감각
- (나) 심부 감각: 관절 위치감각
- (다) 대뇌부 감각: 두 점 구분 능력, 입체감각

(5) 운동계 검사

- (가) 근육의 긴장도: 강직, 경직
- (나) 조절능력: 손가락 코에 대기
- (다) 교대 운동 속도
- (라) 비자발적 운동: 진전, 무도성운동, 틱
- (마) 실행증: 연필이나 칫솔을 쥐도 사용을 못한다.
- (바) 평형 기능

(6) 의사 소통 능력의 평가

- (가) 말하기
- (나) 알아듣기
- (다) 따라하기
- (라) 읽기
- (마) 쓰기

다. 신경 근육 계의 기능적 검사

(1) 일상 생활 동작 검사

- (가) 침상 동작

- (나) 탈의 동작
- (다) 식사 동작
- (라) 보행 동작
- (마) 이동 동작
- (바) 위생 동작

5. 자립 동작 평가

자립 동작 평가(self-care activity assessment)의 목적은 환자의 현재의 능력을 알려주고 기능적 상태에서의 변화를 알려주어서 환자의 치료와 퇴원 후 계획에 도움을 주기 위함이다.

환자의 일상 생활 동작 상태를 정량적으로 점수 화하여 알려주기 위하여 몇 가지 검사 방법들이 쓰인다. 이렇게 점수화된 방법은 환자의 재활이 이루어지고 있는 과정을 보여 주는데 매우 도움이 된다. 많이 쓰이는 평가 방법들로는 다음과 같은 것이 있다.

Barthel 지수 (표-3)

PULSES 프로필

FIM(functional independence measure)

[표-3] 변형된 Barthel 지수의 점수 매기기

독립적		비독립적		
I 정상	II 부분독립	III 도움필요	IV 완전무력	
10	5	1	1	컵으로 물먹기/접시 위 음식 먹기
5	5	3	0	상의 입기
5	5	2	0	하의 입기
0	0	-2	0	보조기나 의지 착용하기
5	5	0	0	몸차림하기
4	4	0	0	세수하기 또는 목욕하기
10	10	5	0	소변 처리

6. 목표 정하기와 문제 목록의 작성

만성적 질병의 치료에 있어서는 많은 신체적, 정신적, 사회적, 직업적 문제들이 나타나게 되는데 병력과 이학적 검사가 실시되면 재활의학 의사는 이들 문제들의 목록을 작성하고 치료계획을 세우게 된다.

이런 문제들의 목록은 질병의 진단명과 이에 따르는 이상 소견들, 기본적인 신체의 자립 능력, 사회적 능력, 직업적 능력, 정신적 능력 등을 포함하여야 한다.

처음의 평가를 통하여 환자의 상태의 호전 또는 악화의 정도를 알 수 있는 기초상태를 결정하고 그 상태에서 얻을 수 있는 목표를 설정한다.

치료가 시작되면 재활 프로그램에 대한 환자의 여러 가지 면에서의 반응을 치료에 참가하고 있는 모든 사람들이 정기적으로 모여 의사의 지휘 하에 각 목표의 달성 여부를 재평가하여 각 재활 프로그램의 유용성을 알고 향후에도 이 프로그램으로의 계속 치료 여부를 결정하게 되며 그 환자에게 세운 목표에 도달할 때까지 가장 적절한 치료를 계속 시행한다.

제 3 장 뇌졸중 환자의 재활

1. 머리말

뇌졸중은 우리 나라의 사망 원인 중에 상위를 차지하고 있으며 신경계 장애의 가장 흔한 원인이고 전체 질병의 두 번째 요인이 되고 있다. 뇌졸중의 원인은 크게 출혈과 경색의 두 가지로 나눌 수 있으며 우리 나라에서도 점차 경색으로 인한 경우가 증가하고 있으나 아직 구미에 비해 출혈의 빈도가 높은 편이다. 근자에는 가장 큰 위험 인자인 고혈압의 효과적 치료로 발생 율이 점차로 낮아지고 있으나 평균 여명기간의 증가로 유병률의 감소는 뚜렷하지 않다. 뇌졸중 환자에서 일반적으로 재활 치료를 받을 적응이 되는 환자는 일과성 허혈 발작(T.I.A.)을 제외한 완전 뇌졸중 환자가 대상이 되고 있는데 이들에게서 나타나는 증상은 그 침범 부위에 따라 다르나 일반적으로 나타나는 증상들은 표-1과 같다.

[표-1] 뇌졸중 후 발생하는 증상

의식 장애
혼란
마비 및 부전 마비: 운동, 감각
경직
조화의 장애
질병 불각증
시야 결손
인지 장애
판단 및 계획의 장애
충동적, 감정적 불안
실조
의사소통의 장애: 실어증 구음 장애, 실행증, 발성장애
연하 곤란

뇌졸중의 예후도 출혈의 경우가 경색의 경우보다 나쁘며 그 침범 부위 및 범위의 크기에 따라 다르나 전체적인 예후는 18%가 사망하고 9%에서 완전 회복이 일어나며 73%에서 불완전 회복이 일어난다.

따라서 불완전 회복을 일으킨 대부분의 뇌졸중환자가 재활의학 치료를 받게 되며 그 목적은 예방이 가능한 대부분의 합병증을 예방하고 뇌졸중으로 인한 증상에 대한 치료로 장애를 최소화하며 그로 인해 발생된 장애에 대해 기능적 재활을 시켜 주어 일상 생활을 가능한 한 독립적으로 영위하게 하는 것이다.

2. 병태 생리

- (1) 경색성 뇌졸중
- (2) 전색성 뇌졸중
- (3) 열공 뇌졸중
- (4) 출혈성 뇌졸중

3. 뇌졸중의 위험 인자

- (1) 고혈압
- (2) 심장 질환
- (3) 이전의 뇌졸중 병력
- (4) 기타: 흡연, 비만, 고지질혈증

4. 뇌졸중의 예방

- (1) 항응고제: 헤파린, 와파린
- (2) 항혈소판제: 아스피린
- (3) 수술적 요법: 경동맥 내막 절제술

5. 급성기 뇌졸중의 재활치료

뇌졸중의 초기에 재활치료를 하는 구체적인 목표는 후유증을 방지하는 것이다. 뇌졸중 후에 가장 빈발하는 후유증으로 지적감퇴가 있다. 이는 뇌의 병변 자체로도 올 수가 있으나 주요 원인은 안정을 이유로 하여 너무 오랫동안 주변 환경으로부터 격리되어 외적 자극을 받지 못한 상태이다. 이에 잘 동반되는 또 다른 문제가 우울증이며 이들을 예방하고 해결하기 위해서는 주변에서 많은 노력을 기울여야 한다.

이 시기에 주의를 해야 할 것이 욕창등의 신체적 손상과 관절 구축, 요실금, 배변기능 장애등이다. 욕창을 방지하기 위하여는 침상에 누어 있을 때 골 융기부에 대한 관찰을 자주 해야 한다.

관절 구축은 뇌졸중환자에서 두 번째로 많이 발생하는 후유증으로 경직이 동반될 때 쉽게 초래된다. 관절 구축을 피하기 위해서는 기본적으로 침상에서 다음과 같은 주의를 하여야 한다.

- 1) 쉽게 구축이 오는 자세를 피하고
- 2) 경직을 피하는 방향으로 위치하도록 하여야 하며
- 3) 구축을 피할 수 없는 경우에는 후에 생활이나 보행에 지장을 주지 않는 자세를 취하여야 한다.

예를 들어 슬관절 굴곡 구축이 오면 후에 보행에 지장을 주므로 앙와위시에 무릎을 신전시킨 자세로 눕혀 놓는 등 자세와 체위를 바르게 하여야 한다. 또한 무엇보다 중요한 것은 생체 징후(호흡, 맥박, 혈압 등)가 안정되면 관절 운동 범위 내에서 수동적 관절 운동을 시켜주어야 하며 적어도 하루에 세 번은 모든 주요관절에서 시행하여야 한다.

요실금은 뇌졸중 직후에 흔히 오는데 환자의 혼란 상태에 의해 가장 많이 발생되며 그 외에 의사소통의 장애, 이완성 신경인성 방광 또는 방광의 과도한 팽창에 의한 요실금이 올 수 있는데 이들 모두가 초기에 잘 조절하여 줌으로써 해결할 수 있다. 또한 초기에 잘 동반되는 배변장애도 음식물 조절로 규칙적인 배변에 문제가 되지 않도록 해야 한다.

6. 운동 장애에 대한 재활치료

초기에는 근육에 힘이 없어 어깨관절의 아탈구가 있는 경우가 있으므로 무리한 운동은 피하고 회복되는 상태를 보아가며 서서히 운동범위를 넓혀가도록 유의해야 한다. 시간이 감에 따라 사지에 경직현상이 오고 회복이 진행되면서 수의운동(환자 스스로 움직임)이 나타나게 된다.

뇌졸중환자의 운동능력의 회복과정을 단계적으로 분류하는 방법이 있는데 그 하나는 Brunnstrom 분류방법이다.

즉 뇌졸중이 온 직후에는 신경계가 쇼크상태에 빠지게 되어 근육의 긴장성이 없어지고 모든 신경학적 반응이 없어지는데 이기간을 1기라 하고 시간경과에 따라 심부건반사등 반응이 나오고 근 긴장도가 나타나면서 경직이 느껴지고 의지적으로 움직이려 할 때 공력작용(synergy reaction)이 나타나게 되는 2기가 되나 이때 수의적 운동은 나타나지 않는다.

3기가 되면 경직과 공력이 현저해지고 부분적인 수의 운동이 나타나지만 강력한 경직성을 이기지 못하며 4기에 들면 수의운동이 강해져서 감소하는 경직과 공력작용을 이기기 시작한다. 5기에는 비정상 반응들이 감소하면서 수의운동에 의한 동작이 제한을 받기는 하지만 상당히 자유로워지고 6기에 들면 수의 동작이 정상화되나 빠른 동작 시에는 경직현상이 나타난다.

초기에는 합병증을 방지하기 위해 수동적 관절 운동을 실시하고 어느 정도 힘이 생기면 본인이 힘을 주고 치료사가 도와주는 운동을 한다.

시기에 따라 앉아있는 지구력을 기르고 넘어지지 않는 균형 잡기 운동을 시킨다. 동시에 침대에서 구르기, 엉덩이 들기, 상하지 근력 강화운동등을 시킨다. 누웠다가 일어나 앉는 연습도 시키고 기는 연습, 무릎으로 서기, 무릎으로 걷기, 서서 균형 잡기, 그리고 차차 걷기 훈련을 시킨다.

7. 뇌졸중에 동반되는 여러 문제

(1) 인지 장애

- (2) 감각 결손
- (3) 시야 결손
- (4) 경직
- (5) 언어 장애
- (6) 연하 곤란
- (7) 어깨 통증
- (8) 배뇨 기능 장애
- (9) 골절
- (10) 심부 정맥 혈전증
- (11) 간질 발작
- (12) 보행이상

뇌졸중환자의 가장 많은 불평중의 하나가 환측의 견통 즉 어깨 통증이다. 90%의 환자에서 보게 되는데 많은 경우 어깨관절이 아탈구 상태에 있는 것을 볼 수 있다. 이에 대하여는 환자의 근력이 중력을 이기지 못할 경우에 팔걸이를 착용시켜준다. 견관절의 근육 특히 팔을 들어올리는 근육이 적어도 3등급이 넘을 때까지 보호해야 한다. 또 관절이 굳는 것(관절 구축)을 방지하기 위해서 하루 3번씩 관절운동을 시킨다.

뇌졸중환자에서는 가끔(12-25%) 견관절-수부 증후군(shoulder-hand syndrome)이 생기는데 생기는 원인은 아직 명확치 않다. 이때의 진단은 동통과 부종, 종창, 뻣뻣함, 색상변화등을 보고 진단한다. 방사선동위원소검사로 진단의 도움이 될 수 있다.

치료는 여러가지 물리치료가 동원되며 특수 약을 복용시키기도 한다. 또 한때 교감신경성상절 차단술이란 처치를 해주기도 했는데 그 효과는 미지수이다.

연하곤란도 뇌졸중 환자 치료에 상당한 문제가 된다. 치료할 때 환자의 자세는 앉은 자세에서 고개를 약간 숙이고 음식을 먹게 한다. 대개 유동성이 있는 액체는 쉽게 기도로 들어가므로 수분 함량이 많고 열량은 적은 비액체성의 음식을 먹인다. 뇌졸중후 회복기에 음식을 처음 먹는 환자들 중 목에서 잘 안넘어가는 경우에는 약 콩알만하게 썰은 얼음을 먹이고 이것을 잘 먹으면 점차 젤리 형태의 음식에서 액체음식으로 발전시켜서 먹인다. 인지기능이 좋지 않거나 집중력이 떨어지는 환자는 음식이 기도로 들어가기 쉬우므로 각별히 주의해야 한다.

제 4 장 외상성 뇌손상 환자의 재활

1. 머리말

현대사회로 발전하면서 교통사고, 산업재해, 스포츠손상등 각종 사고가 증가하여 외상성 뇌손상 환자(Traumatic Brain Injury, TBI)는 증가하고 있다. 특히 우리나라에서는 미국에서와 같은 총상사고가 적은 대신 교통사고가 많아 대부분의 외상성 뇌손상은 폐쇄성 뇌손상이며 이 경우 뇌는 다발성 또는 미만성 손상을 받게 되므로 다양한 신체적, 신경행동학적 장애를 나타내게 되어 이 환자들의 재활치료에는 다양한 프로그램이 요구된다.

미국의 경우 외상성 뇌손상은 척수손상과 비교하여 볼 때 빈도는 40배, 유병율은 30배 높으며, 같은 뇌질환인 뇌졸중 환자와 비교하면 외상성 뇌손상 환는 신경손상 부위가 일부 살아있어 뇌의 가소성(Brain plasticity)이 뇌졸중 환자보다 크고 기능적 회복이 더 좋으며, 대부분의 환자가 청장년층의 연령이 낮은 환자들이므로 생산성의 소실이라는 측면에서도 재활치료가 중요하여 보다 적극적인 재활치료가 요구된다.

2. 외상성 뇌손상 환자의 분류

외상성 뇌손상 환자의 손상 정도는 충격의 가속과 감속의 정도에 직접 관련이 있으며 회전력등에 의한 손상이 최종적인 손상정도에 부수적으로 기여한다. 임상적으로는 경도, 중등도, 중증 및 식물인간 상태의 4단계의 손상군으로 분류한다.

가. 경도의 뇌손상

가장 흔하다. 과거에는 뇌진탕후 증후군이라 불리었다. 이 그룹은 수상시 짧은 시간의 의식소실이 있으며 지속적인 국소적 신경학적 결함은 없으나 미미한 신경 심리학적, 행동

적 결함이 있을 수 있다. 증상은 두통, 현훈(어지러움), 집중력의 저하, 기억 상실, 피로 및 자극 과민성등을 보인다. 최근에 인정되고 있는 진단기준은 20분 미만의 짧은 의식소실, 글라스고 혼수척도 13 이상, 국소적 신경학적 증상이 없고 뇌단층 촬영사에 이상소견이 없으며 병원에서 48시간 이내에 퇴원한 경우로 하고 있다.

나. 중등도의 뇌손상

진단 기준은 최초의 글라스고 혼수척도가 9에서 12정도인 환자들이나 외상후 기억상실이 1시간에서 24시간 사이의 환자들이 해당된다.

다. 중증의 뇌손상

의식은 회복했으나 명백한 장애를 갖게 되는 환자들로 최소한 6시간의 의식소실이 있었던 환자군을 의미한다. 전체 외상성 뇌손상의 10%를 차지하며 적극적인 재활치료로 많은 회복을 얻을 수 있다.

라. 식물 인간 상태

뇌손상정도가 심하여 의식을 회복하지 못하고 식물 인간 상태가 된 환자들로 주위환경을 알지 못하며 말을 하거나 수의적 운동을 하지 못한다. 그러나 수면-각성, 하품, 입맛 다시기, 동통 자극에 대한 회피 반응등을 볼 수 있다. 이런 상태는 수년간 지속되기도 한다.

3. 뇌손상 정도의 평가 방법

가. 손상 정도의 측정

(1) 혼수 상태의 기간

뇌손상후 혼수상태의 기간은 외상성 뇌손상환자의 손상정도의 지표로 사용되고 있으며 혼수 상태의 기간이 길수록 환자의 임상경과는 나쁜 결과를 보인다.

(2) 글라스고 혼수 척도

가장 널리 사용되고 있는 뇌손상 측정방법이다. 뇌손상 후 2-3일내에 개안(눈 뜨기), 운동반응, 구두 반응(말하기 반응)의 세가지 신경학적 기능을 측정하여 총점을 구하며 점수가 높을수록 회복이 좋다.(표-1). 글라스고 혼수 척도가 8 미만이면 혼수상태를 나타내며, 8이상이면 어느정도의 의식 회복이 있는 것으로 간주한다.

(3) 외상후 기억 상실증

외상후 기억상실증은 수상전의 일을 기억 못하는 것이며 이것은 손상 정도 및 전반적 예후에 관계가 있다.

[표-1] 글라스고 혼수 척도

	자극 종류	환 자 의 반 응	점수
눈뜨기	자발적	스스로 눈을 뜬다	4
	언 어	큰 소리로 명령하며 눈을 뜬다	3
	통 각	꼬집으면 눈을 뜬다	2
	통 각	꼬집어도 눈을 안뜬다	1
운동반응	명 령	명령하면 따라 한다	6
	통 각	꼬집으면 검사자 손을 뿌리친다	5
	통 각	꼬집으면 피한다	4
	통 각	꼬집으면 부적절하게 몸을 굽힌다	3
	통 각	꼬집으면 신전 자세로 강직된다	2
	통 각	꼬집어도 반응이 없다	1
언어반응	언 어	대화가 가능하고 자신이 누구이고 어디에 있고 시간에 대해 정확히 얘기할 수 있다	5
	언 어	혼란스럽고 시간 개념이 없다	4
	언 어	이해할 수 있기는 하지만 뜻이 통하지 않는 얘기한다	3
	언 어	이해할 수 없는 소리를 낸다	2
	언 어	아무런 소리를 내지 않는다	1

나. 임상 경과 및 결과 측정

신경외과적 치료 및 재활치료의 발달로 뇌손상환자의 생존율이 증가하고 삶의 질에 대한 문제가 제기되면서 외상성 뇌손상 환자의 기능적 상태를 포함한 임상 경과 및 결과에 대한 다양한 척도가 개발되어 사용되고 있다.

다. 글라스고 결과 척도

가장 흔히 쓰이는 척도이며 5가지 단계로 구성되어있다(표-2).

[표-2] 글라스고 결과 척도

점 수 / 항 목	정 의
1. 사망	뇌손상후 의식 회복했으나 이차적 합병증으로 사망함
2. 지속적 식물인간상태	반응이 없고 말못함. 스스로 눈뜨며 수면과 각성주기를 보이지만 뇌 피질의 기능은 없음
3. 심한 장애	정신적 혹은 육체적으로 일상생활에 의존적임.
4. 중등도 장애	공공교통수단 이용가능, 제한된 환경에서 작업가능. 일상생활에서는 독립적. 연하곤란, 편마비, 운동실조, 인지장애, 기억장애, 성격변화 있음.
5. 회복	작은 신경학적, 병리학적 장애가 있더라도 정상적인 생활을 영위할 수 있음

4. 외상성 뇌손상 환자의 예후

가. 혼수와 외상 후 기억상실증

수시간 정도의 혼수만 있었던 환자들은 미미한 정도의 신경 정신적 증상이 남으며 수일에서 수주간 혼수가 있었던 환자들은 좀더 많은 장애가 있으나 대부분 신체적으로 독립적이 될 수 있고 직장으로 복귀할 수 있다. 그러나 3개월 이상 혼수 상태에 있었던 환

자들은 대개 모든 기능에서 의존적이 될 가능성이 많다.

외상후 기억상실증의 기간도 임상경과와 상관관계가 높다.

나. 신경학적 예후 지표

초기의 신경학적 이상이 손상의 정도 및 예후를 나타낸다.

다. 생리적 예후 지표

라. 전기 생리학적 지표

(1). 뇌파

(2) 유발 전위 검사

(3) 뇌 영상진단법

(가) 단순 두개골 방사선

(나) 전산화 단층 촬영(CT)

(다) 자기공명 영상(MRI)

(라) 양전자 방출 단층촬영(PET)

마. 연령

연령이 많을수록 기능적 회복은 비교적 낮다.

바. 성별:

관계 없다

사. 병전 성격 및 능력:

교육정도, 직업등은 긍정적 지표이다

아. 사회 경제적 상태:

가족의 부양능력, 사회경제적 상태가 좋은 경우 예후가 좋다.

자. 인지기능

인지기능 장애는 환자의 전체 장애에 큰 영향을 미친다.

5. 외상성 뇌손상환자의 재활

외상성 뇌손상환자의 재활치료는 장기적, 포괄적 치료과정이며 여기에는 내과적, 신경학적 문제 및 비뇨기과적 문제들을 포함한 다양한 문제의 치료가 포함되며 그 외 신체 기능, 인지 기능, 행동심리학적 및 사회적 기능장애의 평가와 치료가 포함된다. 따라서 외상성 뇌손상환자의 재활프로그램에는 많은 경험이 있는 의사, 치료사, 임상심리사, 사회사업가, 의지보조기 제작사 등의 참여가 필요하며 병원에서의 재활은 첫 단계의 재활 치료 과정이며 퇴원 후에도 여러 가지 단계에서 재활치료가 계속되어야 한다.

가. 내과적 문제

초기 의식이 나쁜 상태에서는 흡인성 폐렴의 위험이 높으며 따라서 환자의 연하기능에 대한 평가가 중요하다. 전혀 삼키지 못하면 위루술, 공장루술등 수술을 해준다. 욕창의 발생을 예방하고 영양을 잘 공급한다.

나. 신경학적 문제

뇌손상후 간질 발작이 5-50%에서 발생한다. 치매현상도 보인다.

소뇌실조(cerebellar ataxia), 활동성 진전(action tremor), 병적 웃음도 있다.

다. 신경외과적 문제

재활치료를 받는 환자들의 20%가 신경외과적 합병증으로 수술이 필요하게 되는데 뇌내출혈, 경막하출혈, 수두증, 뇌농양등으로 수술 받는다.

라. 이비인후과적 문제

장기간 기관 삼관 및 기관절개를 하고 있는 경우가 많으므로 이로 인한 합병증을 막아야 한다.

마. 근-골격계 문제

경직으로 인한 관절구축을 예방해야 되는데 항경직제 투여, 부목착용, 폐놀 차단술등을 해준다. 이소성골화증의 병발도 유념해야 한다.

바. 이동 동작의 장애

이동 동작의 장애가 신체적 기능만의 장애에서 온 건지 인지기능의 장애가 원인인지 다각도로 평가해야 한다.

사. 일상 생활 동작의 장애

관절구축을 풀어주는 운동을 시킨 다음 보조장구가 필요하면 착용시키고 인지기능을 보상하기 위하여 그림 등으로 신호를 보내기도 한다. 각 동작은 작은 단계로 잘라서 훈련 시킨다.

아. 비뇨기과적 문제

장기간 지속도뇨를 함으로써 발생하는 요로 감염이 문제된다.

자. 시각, 청각의 재활 치료**차. 언어 장애의 재활 치료****카. 인지 기능의 및 행동 장애의 재활 치료****타. 정신 심리적 재활 치료**

제 5 장 척수손상의 재활

1. 머리말

중추신경계는 크게 뇌와 척수로 나눌 수 있다. 척수는 뇌의 지시를 우리 몸의 근육 등의 운동계에 전달하며, 또한 피부나 근육 등의 감각계에서 발생하는 신호를 전달하는 중요한 가교로서의 역할, 자율신경계를 관장하고 여러 가지 반사의 중추의 역할 등을 하는 것으로 알려져 있다. 어떠한 원인이든 척수에 손상이 발생하게 되면 하반신 마비나 사지마비로 인하여 환자가 독립적인 생활을 영위하기가 어렵게 되고, 요로 감염, 욕창 등 많은 합병증이 발생하여 일생동안 관리를 요하게 된다.

가. 발생율

우리나라에서는 교통수단의 폭발적인 증가에 의한 교통사고와 급격한 공업화로 인한 산업재해의 증가 등으로 인하여 척수손상의 발생은 현저히 증가하고 있다. 우리나라의 경우 아직까지 체계적인 장애인의 수를 파악하기 위한 등록체계가 갖추어지지 않아 정확한 척수손상 장애인의 숫자를 알기 어렵지만 1995년 보건복지부 및 한국 보건복지연구원 에서 장애인중 9.2%가 하자마비이고, 4.5%가 사지마비라고 보고하였다. 외국의 문헌을 살펴보면 척수손상의 발생빈도는 미국의 경우 인구 100만명당 25명에서 53.8명으로 다양하게 보고되고 있고, 덴마크의 경우 9.2명, 프랑스의 경우 12.7명, 대만의 경우 14.6명, 일본의 경우 약 40명 등으로 보고되고 있다.

나. 원인

원인은 크게 외상성과 질병에 의한 것을 나누어 생각할 수 있다. 외상성의 경우는 질병에 의한 경우보다 흔한 원인이며, 교통사고, 추락사고, 스포츠손상 등이다. 이들 중 교통사고가 가장 흔한 원인이고, 40세 이후에는 추락에 의한 경우가 증가한다. 질병에 의한 경우는 종양, 횡척수염, 추간판 파열, 척추결핵 등이 이에 속한다. 이 중에서 우리나라의 경우 아직은 종양보다는 염증에 의한 경우가 많다. 외국의 문헌을 참조하여 보면 보통 불

완전 척수손상이 완전 손상보다 많은 것으로 알려져 있지만 우리나라에서는 아직 완전손상이 많다. 그러나 90년대 중반부터는 급성 척수손상 환자에 대한 응급진료체계의 발전으로 이차적인 손상의 예방이 가능하여 불완전손상의 비율이 점차 증가하고 있다.

2. 척수손상의 분류

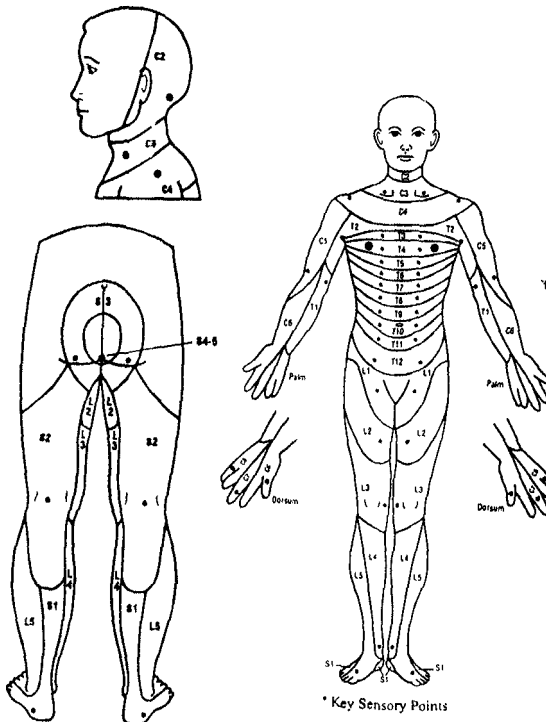
척수손상의 손상정도에 따라 분류하는데 이는 신경학적 회복을 예측하는데 매우 중요할 뿐만 아니라 기능적 정도를 알 수 있다.

가. 손상 정도에 따라 크게 완전 손상과 불완전 손상으로 구분한다.

- (1) 완전 손상은 손상부위 이하에 운동, 감각 기능이 완전히 소실된 경우를 말한다.
- (2) 불완전 손상은 손상부위 이하에 운동 및 감각 기능이 부분적으로라도 있는 경우를 말한다.

나. 손상 부위의 결정

(1) 감각신경 검사를 통한 손상 부위 결정



- 제 2 경수신경 검사 부위 : 후두엽 결절
- 제 3 경수신경 검사 부위 : 대쇄골상와
(suprclavicular fossa)
- 제 4 경수신경 검사 부위 : 견봉쇄골의 상연
(top of acromioclavicular joint)
- 제 5 경수신경 검사 부위 : 전완부의 외측
- 제 6 경수신경 검사 부위 : 엄지 손가락
- 제 7 경수신경 검사 부위 : 가운데 손가락
- 제 8 경수신경 검사 부위 : 새끼 손가락
- 제 4 흉수신경 검사 부위 : 가슴 젖꼭지를 이은선 부위
- 제 10 흉수신경 검사 부위 : 배꼽 부위
- 제 2 요수 신경 검사 부위 : 대퇴부 앞면 부위
- 제 5 요수 신경 검사 부위 : 하퇴의 외측면과 엄지발가락
부위의 발등
- 제 1 천수 신경 검사 부위 : 발바닥

(2) 운동신경 검사를 통한 손상 부위 결정

: 근력검사상 기능이 가능한 F 이상을 정상으로 판정한다.

제 5 경수신경 검사 근육 : 주관절 굴곡근

제 6 경수신경 검사 근육 : 완관절 신전근

제 7 경수신경 검사 근육 : 주관절 신전근

제 8 경수신경 검사 근육 : 지관절 굴곡근

제 1 흉수신경 검사 근육 : 지관절 외전근

제 2 요수신경 검사 근육 : 고관절 굴곡근

제 3 요수신경 검사 근육 : 슬관절 신전근

제 4 요수신경 검사 근육 : 족관절 배측굴곡근

제 5 요수신경 검사 근육 : 엄지발가락 배측굴곡근

제 1 천수신경 검사 근육 : 족관절 족저굴곡근

3. 척수 손상에 의한 장애

가. 신체적인 장애

- (1) 척수손상부위이하의 운동능력 상실, 감각 기능 상실,
- (2) 배변 및 배뇨의 장애
- (3) 호흡부전
- (4) 성기능 장애

나. 심리적인 장애

- (1) 우울증
- (2) 동기결여

다. 사회적인 장애

- (1) 사회활동의 저하

라. 손상 부위에 따른 신체적 장애

(1) 제6경수 이하의 척수 손상

본인 스스로 침대에서 자세 변경을 하지 못하며, 일어나 앉기가 불가능하여 평생 일상 생활을 영위하기 위해 타인의 도움이 필요하다.

(2) 제7경수 이하의 척수 손상

혼자 침대에서 자세변경은 가능하고 혼자 실내에서는 의자차를 이용해 거동이 가능하지만 손의 움직임을 이용한 작업은 불가능하다.

(3) 제8경수 이하의 척수 손상

의자차를 이용한 거동이나 의자차에서 옮기기 등은 가능하지만 대부분의 일상생활에 약간의 도움을 필요로 하게되고, 실외에서의 활동은 거의 대부분 제한을 받는다.

(4) 흉수 이하의 척수 손상

의자차를 이용한 거동은 가능하고, 어느 정도 실외 활동이 가능하다. 특히 제1요수이하 척수손상의 경우는 장하지 보조기를 이용하여 거동이 가능하다.

4. 합병증

척수 손상 장애인의 재활치료에 있어서 중요한 점은 척수 손상부위 이하에 발생하는 감각, 운동 및 자율신경의 조절상태가 소실됨으로써 발생하는 생리기능 변화에 대한 관리 및 합병증의 예방이다. 척수 손상 장애인에서 합병증은 재활치료에 많은 장애를 줄뿐만 아니라 환자에게 사회적, 경제적 및 육체적으로 많은 손실을 초래하게 된다. 보통 사지 마비환자가 하지마비 환자보다 더욱 많은 합병증을 가진다.

가. 비뇨기계 합병증

(1) 가장 많은 비중을 차지하고, 가장 흔한 합병증이다.

- (2) 하부 요로 감염증, 방광 요관 역류, 요로 결석 등이 일어날 수 있다.
- (3) 환자에게 적합한 배뇨 방법을 선택하여야 한다.
- (4) 배뇨방법의 선택을 위해 요류동태검사를 통한 방광상태의 정확한 진단이 필요하며,
- (5) 자주 소변 검사를 시행하여 요로 감염의 정도를 확인해야 한다.

나. 욕창

환자의 신체적 활동을 제한하고 의료비 부담의 증가와 재활 치료의 지연을 초래한다.
손상 직후부터 세심한 주의와 관심을 가지고 관리하고, 환자와 가족들에게 피부관리에 대한 교육을 시행함으로써 충분히 예방할 수 있다.

다. 호흡기계 합병증

무기폐와 폐렴은 급성기에 가장 흔한 합병증들로 알려져 있다.
사지마비군에서 하지마비군보다 호발하며, 해부학적 특징상 좌측 폐에서 호발한다.
척수손상이 발생하면 횡경막, 늑간근, 복근 및 호흡 보조근이 다양한 정도로 마비되며,
이로 인한 호흡기능의 저하가 나타나게 된다.

라. 심혈관계 합병증

(1) 심부정맥 혈전증

- 과거에는 국내에서의 발생빈도가 극히 낮았으나, 최근 들어 서구화된 음식섭취와 비만의 증가로 인하여 점차 발생비가 증가하고 있다.
- 치명적인 결과를 가져오기 때문에 조기진단 및 조기치료가 무엇보다도 중요하다.

(2) 자율신경 반사항진

- 자율신경계의 척수 상부 조절이 억제되지 않아 발생하며, 경수 및 제6번 흉수 이상의 손상 장애인에서 48-85%에서 발생한다.

1) 유발 요인

가) 방광의 팽창 - 가장 흔한 원인

- 나) 비뇨 생식기의 급성 감염
- 다) 직장의 팽창
- 라) 요로 결석
- 마) 욕창

2) 증상

가) 갑작스런 고혈압

- 수축기 혈압이 200mmHg 이상까지 상승할 수 있으며 이로 인하여 뇌졸중, 경련, 뇌실질 출혈이 일어날 수 있고 심한 경우 사망까지 이를 수 있는 응급 상황에 빠지게 된다

조기 진단을 하여 적절한 조치를 취하는 것이 중요하다.

- 나) 두통
- 다) 시력감퇴
- 라) 척수손상부위 상부에서의 발한
- 마) 서맥
- 바) 비울혈
- 사) 오심

마. 근골격계 합병증

(1) 경직

- (가) 근긴장도의 증가
- (나) 불수의적 근육경련
- (다) 심부 건반사의 증가

(2) 관절 구축

- (가) 조기의 재활치료로 예방이 가능하지만 많은 환자에서 발생한다.
- (나) 사지마비군이 하지마비군보다 발생비가 높다

(다) 족관절, 견관절, 고관절의 순으로 많이 발생한다.

(3) 이소성 골화증

(가) 척수 손상후 1개월에서 4개월까지 가장 많이 발생한다.

(나) 고관절, 슬관절, 견관절, 주관절의 순으로 발생한다.

바. 만성 통증

제 6 장 뇌성마비 환자의 재활

1. 뇌성마비의 정의

선천성 85%

미성숙한 뇌의 비진행성 병변으로 인한 운동 및 자세 반응의 이상이 오는 질환을 통칭한다.

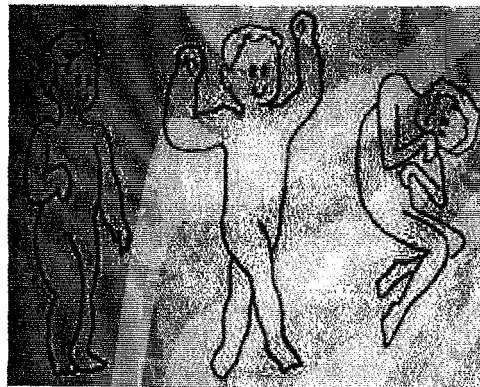
2. 뇌성마비의 원인

가. 선천적 원인

- (1) 미숙아
- (2) 주산기 가사
- (3) 태내 감염
- (4) 알콜과 같은 약물
- (5) 뇌 발생과정의 장애

나. 후천적 원인

- (1) 뇌막염과 같은 감염
- (2) 외상
- (3) 뇌출혈



편마비형 하지마비형 사지마비형

[그림-1] 경직형 뇌성마비의 종류

3. 뇌성마비의 유형

가. 경직형(spastic)

90%

- 가장 흔하다
- 대뇌 추체로의 이상과 관련이 있다.
- 심부건 반사의 항진, 근 긴장도의 증가와 원시반사의 지속 등이 나타난다.
- 근 긴장도의 이상으로 고관절, 슬관절, 족관절 등에 관절 구축이 오게 된다.

(1) 사지마비 - 상하지 모두에서 증상이 나타나는 경우를 말하며 일반적으로 상지와 하지에 증상이 비슷하게 나타난다.

(2) 삼지마비

(3) 하지마비

- 1) 주로 하지에 경직이 나타난다.
- 2) 상지에 증상이 올 수 도 있지만 증상이 미미하다.

(4) 편마비

- 1) 좌우 한편의 상하지에 경직이 나타나는 경우를 말한다.
- 2) 일반적으로 하지보다 상지의 증상이 더 심하게 나타난다.
- 3) 관절 구축이나 사시가 잘 동반된다.

나. 불수의 운동형(athetoid)

- 상하지 모두에서 비대칭적인 자세를 보이며 경직형과는 달리 관절 구축 등은 흔하지 않다.

다. 운동 실조형(ataxic)

- 넓은 발걸음의 보행과 몸통의 비틀거림 및 운동 조정 곤란(dysmetria)을 보인다.

라. 혼합형(mixed)

- 경직형과 불수의 운동형이 혼합되어 있는 경우가 전체 뇌성마비의 약 20%를 차지한다.

마. 원인에 따른 임상양상의 예측

- (1) 미숙아 - 경직성 하지마비형의 뇌성마비가 많다.
- (2) 핵황달 - 불수의 운동형이 많다.
- (3) 대뇌 반구의 외상성 손상 - 편마비형 뇌성마비가 많다.
- (4) 저산소성 허혈로 인한 뇌손상 - 경직성 사지마비형이 많다.

4. 뇌성마비의 진단

조기에 치료를 시작하기 위해서는 조기진단이 매우 중요하고 필요하다 그러나 조기진단이 말처럼 쉬운 것은 아니다.

가. 조기 진단의 어려운 점

6개월 이내 보전

- (1) 아이가 매우 어려서 진찰에 협조할 수가 없다.
- (2) 진찰시간이 오래 걸린다.

나. 뇌성마비의 진단 방법

- (1) 상세한 병력의 청취 - 고위험인자, 진행 여부등에 관하여 자세히 문진한다.
- (2) 이학적 검사
 - 1) 근 긴장도의 이상 유무 검사
 - 2) 자발운동양상의 관찰
 - 3) 자세반응의 이상 및 여러 가지 이상 반사 관찰

4) 보이타 반응 검사

(3) 뇌자기공명영상검사

(4) 뇌초음파검사

(5) SPECT검사

(6) 유발전위검사

일정기간이 지난후 비정상적인 운동양상 및 자세이상의 임상양상이 뚜렷해지면 진단을 내리기가 쉬우나 이러한 운동양상이 현저하지 않은 1세 미만의 아이에게 뇌성마비라는 진단을 내리기는 쉽지 않다. 그러나 뇌성마비의 조기진단은 조기치료를 가능하게 함으로써, 뇌의 가소성이 높은 시기에 영유아기에 적절한 치료적 중재를 할 수 있게 하며, 그 예후를 증진 시킬 수 있는 중요한 요소가 된다. 보이타 반응 검사는 7가지 자세 반응검사로 구성되어 있으며, 생후 각 시기에 나타나는 정상잔용과 비교하여 비정상적인 반응의 수를 측정하는 방법으로 조기에 뇌성마비 진단에 많은 도움을 주는 것으로 알려져 있다. 어떠한 신경학적 검사 하나만으로 뇌성마비를 조기에 예측할 수 없으나, 여러 가지 신경학적 검사 특히 운동발달의 지연 정도, 근긴장도의 이상, 영아반사의 잔존 및 정위반응의 지연, 보이타 자세반응이 조기 진단에 도움이 된다.

다. 동반 손상

(1) 인지장애 : 가장 흔하게 볼 수 있고, 뇌성마비 환자의 2/3에서 정신지체를 보인다.

(2) 감각장애

1) 시각 장애 : 사시가 50%로 가장 많고, 이외에 굴절 이상, 시야 장애, 약시, 안구 진탕 등이 올 수 있다.

2) 청각 장애 : 뇌성 마비 환자의 약 10%에서 청각 장애를 동반한다.

(3) 언어 장애

(4) ~~발작~~ ^{경기} : 뇌성마비 환자의 1/3에서 나타나며, 경직성 편마비 환자에서 많이 나타난다.

(5) 영양 장애 : 구강운동의 장애와 위식도 역류로 인하여 올 수 있다.

(6) 행동-학습 장애 : 집중력 결여, 충동적 행동 등이 보인다.

5. 뇌성마비의 재활치료

가. 목적

기능을 최대화 시키며 보상적인 행동의 개발 및 가능한 최대한의 독립적인 생활을 하도록 하는데 있다.

나. 물리 치료

(1) 신경발달치료법 - Bobath에 의해 개발된방법

잔존하는 영아반사를 억제하고, 정위반응을 유도하며, 근긴장도를 조절하여 운동발달을 촉진하는 방법이다.

(2) 보이타 치료법

다. 작업 치료

일상생활동작을 수행함에 있어 장애를 보이는 부분을 다양한 훈련을 통해 가능하게 하는 치료법이다.

라. 언어 치료

마. 심리 치료

바. 보조기

- (1) 관절의 변형을 예방하거나 교정할 수 있으며, 그 기능을 향상 시킬 수 있다.
- (2) 환자의 특성에 맞게 상지 보조기나 하지 보조기를 사용한다.
- (3) 의자차 : 환자의 체형에 맞추어서 의자차를 제작하여 사용한다.

사. 수치료

아. 전기자극 치료

자. 약물 치료

차. 운동신경점 차단술 (보톡스, 페놀 그리고 알콜 주사법)

(1) 보톡스

보툴리눔 독소는 아세틸콜린을 분비하는 신경근육접합부에 선택적으로 세포내 이입되어 아세틸콜린의 분비를 억제하는 것으로 경직을 조절할 수 있다.

1) 장점

- ① 근육에 직접 주사하므로 시술이 간편하다.
- ② 시술후 통증이나 감각이상의 합병증이 적다

2) 단점

- ① 시술비용이 상당히 고가이다.
- ② 효과가 한시적이라 재시술이 필요하다.

(2) 페놀 또는 에틸 알코올

신경에 직접 주사하여 신경을 마비시킴으로써 원하는 부위의 경직성을 감소 시킨다.

1) 장점 : 가격이 매우 저렴하다.

2) 단점

① 근전도 기계가 필요하다.

② 시술 후 감각이상이나 동통 등의 합병증이 있을 수 있다.

③ 효과가 한시적이라 재시술이 필요하다.

카. 수술

(1) 신경외과적 수술법 : 선택적 후근절제술

3세에서 8세사이의 환아를 대상으로 하고, 술후에 적합한 재활치료를 받을 경우 효과가 좋다.

(2) 정형외과적 수술법 : 인대 연장술 등

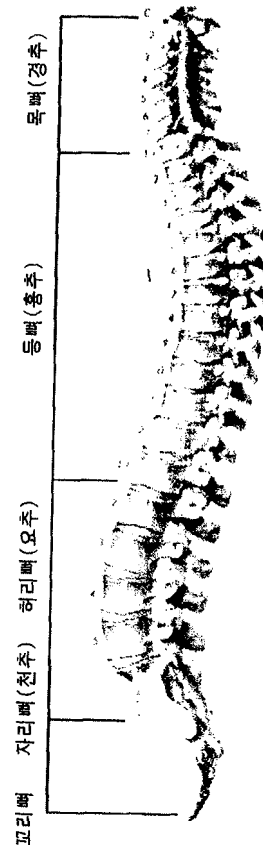
제 7 장 요통관리

현대의학이 아직 감기를 정복 못 했듯이 요통(腰痛)도 그동안 수많은 연구 논문이 발표되었지만 의료적인 면에서 딜레마에 빠져있는 것이 사실이다.

사람의 척추는 유인원 시대를 지나 인간이 직립하면서 막대한 체중을 부하하게 되어 건물의 기둥과 같이 과도한 역학적 부담을 평생 갖게 되었다. 요통은 모든 사람의 80% 이상이 경험하며, 안전사고를 포함하여 활동장애를 일으키는 원인 중 으뜸을 차지한다. 요통의 예방과 치료는 무엇보다도 환자가 병에 대한 이해를 갖도록 하는 것이 중요하다. 이 교재가 요통에 대한 올바른 지식을 얻음으로써 평소에 바른 자세 생활을 영위할 수 있게 하는 여러분의 길잡이가 되었으면 하는 것이 더 바랄 수 없는 저자의 소원이다

1. 척추의 구조

척추는 7개의 경추(頸椎, 목), 12개의 흉추(胸椎, 윗등)
5개의 요추(腰椎, 허리)와 5개의 천추 및 미골(尾骨, 꼬리뼈)로 이루어진다.(그림 1) 경추와 요추는 C자(子)모양으로, 앞으로 휘어있고(전만) 흉추는 뒤로 휘어 있어서(후만) 전체적으로는 그림2와 같은 모습을 이루고 있다.



(그림 1) 척 수

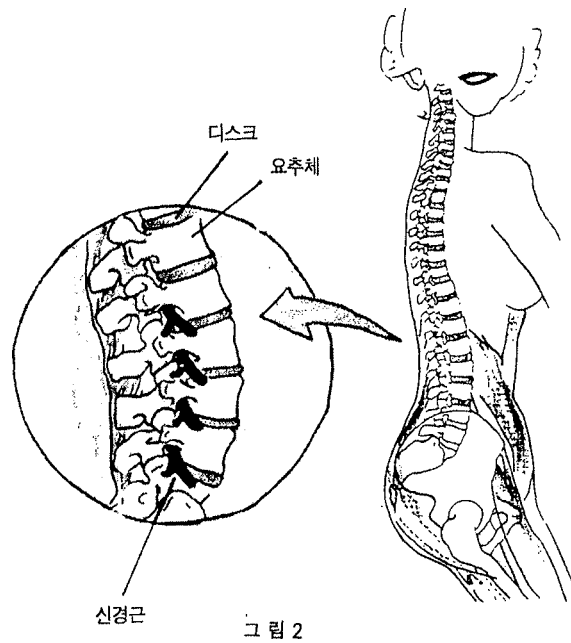


그림 2

각 척추뼈 사이에는, 제 1, 2 경추 사이를 제외하고, 23개의 추간판(椎間板)이 있어서 척추의 운동을 원활히 해주며 압력을 받을 경우 충격을 분산시키고 흡수하는 완충작용을 한다. 추간판 내부에는 수핵(髓核)이 들어 있고 벽체(壁體)처럼 수핵을 감싸는 섬유륜(纖維輪)이 있다 (그림3)

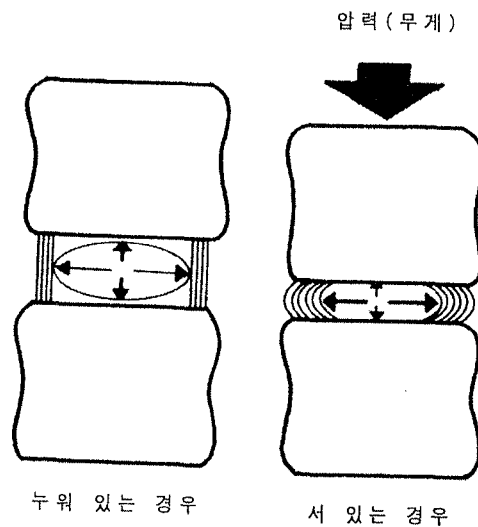


그림3

수핵은 80-90%의 수분과 기타 물질로 되어 있으며, 20대부터 노화현상을 일으켜 수분이 점차 빠져나간다. 그래서 나이를 먹으면서 젊었을 때보다 키가 점점 작아진다. 척추의 앞쪽 부분인 추체 및 추간판에는 체중의 70%가 부하되며, 뒤쪽의 척수(脊髓) 및 신경근이 들어있는 척수강(脊髓腔), 추관절(推關節) 및 돌기등에는 30%의 체중이 부하된다. 추체와 추간판을 위 아래로 감싸고 있는 인대가 있어서 척추의 안정성을 더해주고 있는데, 앞쪽의 종인대는 넓고 뒤쪽의 종 인대는 좁아서 후방으로 디스크(추간판)가 잘 튀어나와 신경근을 압박한다(그림4)

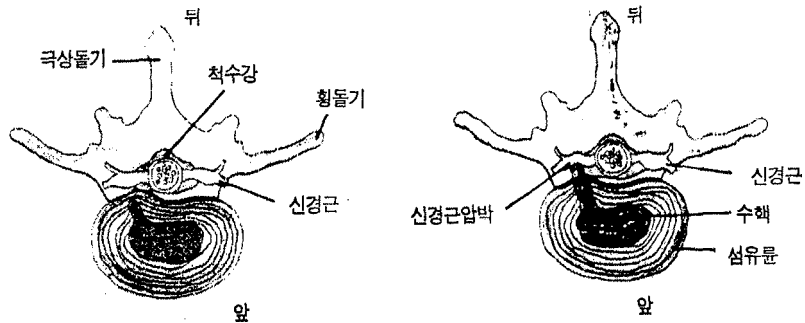


그림4

2. 요통의 발생 기전 및 원인

가. 역학적(力學的) 요통

대부분의 요통은 역학적인 요통인데 바른 자세로 서 있을 때는 무게 중심이 일직선 상에 있게 되므로 이때 허리 근육의 수축 현상이 최소화되어 힘이 안든다.

허리를 구부려 윗몸을 앞으로 내민다든지 비만으로 배가 나오거나 임신을 하게되면 몸의 중심이 전방으로 이동하여 안 넘어지려고 등을 뒤로 제끼려는 노력(허리 근육의 수축)을 하게 된다. 즉 척추에 가해지는 과도한 힘에 의해 불안정한 추체 분절(分節) 운동으로 추간판의 변화가 오고, 불안정한 힘의 균형을 이루려고 추체를 지지하는 인대와 근육이 수축하여 긴장되거나 심하면 파열하므로 통증을 느끼게 된다. 이러한 현상이 서서히 반복해 생기는 경우를 만성염좌, 급성으로 인대나 근육이 늘어나거나 파열되어 생기는 경우를 급성 염좌(그림 5, 허리가 뻐 경우)라하며, 심한 경우 추간판이 뒤로 튀어나와 신경을 압박하는 경우를 소위 디스크(추간판 탈출증)라 한다.(그림6).

염좌



그림 5

추간판 탈출증

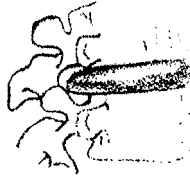


그림 6

퇴행성 관절염



그림 7

나. 퇴행성 원인

나이를 먹으면서 척추가 많이 쓰이고 닳아서 추체 위아래 가장자리에 뼈가 조금씩 자라 튀어나오거나 수핵내 수분이 줄어들고 주위의 인대 조직이 늘어나거나 석회화 현상등으로 신경이 통과되는 척수의 구멍이 좁아져서 신경을 자극하는 경우이며 나이를 먹으면 정도의 차이는 있으나 흔히 나타나는 것이 퇴행성 척추 관절염이다.(그림 7)

다. 심리적 원인

돈, 직업, 가족 걱정 등 복잡한 산업사회에서 살면서 생기는 정신적 긴장 즉 스트레스는 허리나 목 근육을 긴장시키며 요통을 심인(心因)성으로 유발할 수 있다.

라. 기타

그 외에 바이러스나 박테리아 등의 감염, 종양이나 암의 침범으로 요통이 유발될 수 있고 다른 장기(콩팥, 골반등)에 이상이 있는 경우나 혹은 선천적 척추 이상 및 측만증 등으로도 올 수 있다.

3. 요통의 증상 및 진단

가. 환자의 증상

인대·허리 근육, 추체 등에 이상이 있는 경우에는 국한된 허리의 통증을 유발하지만

신경근을 압박하면 허리 이외의 부위에 통증(방사통)을 유발한다.

그림 8에서 보듯이 요추부 신경근은 감각신경과 운동신경으로 합체되어 있고, 척추 주위 근육과 다리 근육의 두 갈래로 나뉘어진다. 그래서 증상 및 소견은, 감각이나 운동신경 또는 허리나 다리 중 어느 신경에 압박 및 병변이 있는가에 따라 다르게 나타난다.

즉, 감각신경에만 이상이 있으면 감각증상인 통증, 저림, 이상감각의 증상만 나타나고, 운동신경에 주로 병변이 있으면 통증 등의 감각증상은 없고 근위축 및 근위약만 나타난다. 다리 쪽으로 가는 신경근에 이상이 생기면 다리 쪽으로 내려가는 방사통(좌골 신경통의 많은 예가 좌골신경 자체보다는 허리의 병변(요추부 신경근 병변임) 및 근위약, 근위축(다리가 가늘어지고 힘이 없어짐)이 나타난다. 허리에는 통증이 없고 발이나 장단지에만 증상이 나타나는 경우도 마찬가지이다. 신체의 이학적 소견상 근위축 및 근력 약화 외에 건반사 감소, 누워서 다리를 들어올릴 경우 통증 악화 및 통증 유발을 초래할 수 있고, 둔부 주름살의 양측 비대칭, 허리 근육의 강직 및 압통으로 인한 운동 제한 및 측만 현상을 관찰할 수 있다.

나. 엑스 선 검사

척추 자체의 이상, 디스크 공간의 협소, 퇴행성 변화, 생리적 커브 이상, 골절 및 탈골, 선천성 기형 등을 발견해 낼 수 있다.

다. 근전도 검사

전기 진단학적 컴퓨터 검사법으로 신경에 이상이 있어 통증이 온 것인지 척추나 인대, 근육의 이상으로 온 것인지 판별해 낼 수 있는 중요한 검사로 어느 신경근에 압박 및 병변이 있는가도 알아낼 수 있다. 환자에게 통증 등 이상 감각이 있으면서 근전도 검사, 엑스 선, 컴퓨터 단층 촬영 등이 모두 정상으로 나올 경우에는 뇌 유발 전위 검사를 함으로써 감각 신경근 이상 유무를 판별할 수도 있다.

라. 그 외 컴퓨터 단층 촬영, 척추 조영술, 추간판 조영술, 공명자기검사(MRI)등으로 추간판 탈출 부위 등을 진단할 수 있다.

4. 요통의 치료 및 관리

요통의 치료는 원인에 따라 다르므로 해당과 전문의의 정확한 진단하에 올바른 치료를 받아야 한다. 대부분의 요통은 역학적인 과도한 힘이 가해져서 생기므로 예방은 평소에 허리 주위 근육의 강화 훈련, 바른 자세 생활과 요추 및 골반과 고관절의 가동 범위 운동을 통하여 역학적 스트레스(무리한 힘)에 잘 견디낼 수 있도록 준비해 두는 것이 무엇보다도 중요하다.

가. 허리 및 복부 근육 강화훈련

1) 골반 기우리기 운동(그림 가)

무릎을 구부리고 반듯이 누워 복부근과 둔부근을 단단히 수축시켜 복부가 밑으로 내려앉게 하고 허리가 평평히 퍼져 바닥에 닿게 한다. 즉, 허리의 전만증을 감소시키는 것이다. 수축은 10-15초, 이완은 3-5초간 한 번에 15-20회 반복해야 한다. 이 운동은 벽에 기대어 서서 할 수도 있다. 복근을 수축시켜 벽면에서 등이 퍼지도록 한다. 이 운동으로 요추의 전만증이 감소된다.(그림 나)

2) 무릎을 가슴에 갖다대기(그림 다)

그림 가의 자세에서 골반 기우리기 운동을 함과 동시에 양손으로 무릎 위 허벅지를 잡아당기며 머리를 들어 무릎쪽으로 갖다댄다. 번갈아 가며 좌·우측을 반복한다. 10초간 수축하면서 잡아당긴 후 5초동안 편안히 쉰다. 그림 가의 운동과 동시에 한다.

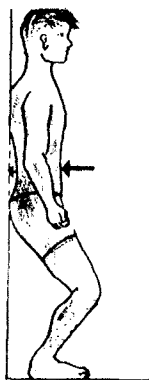


그림 나

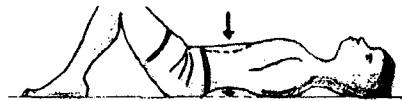


그림 가

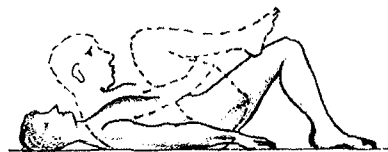


그림 다

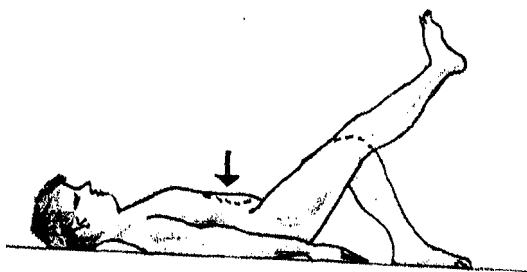


그림 라

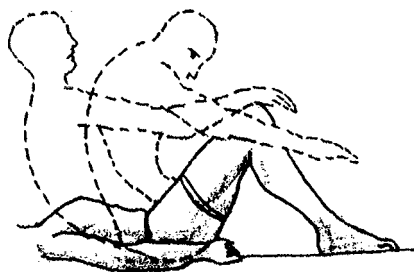


그림 마

3) 다리 들어 올리기(그림 라)

그림 가의 자세에서 무릎을 편상태로 다리를 들어올리는데, 처음엔 무릎과 고관절(엉덩이 관절)을 굴곡시킨 후 무릎을 펴는 게 좋다.

4) 윗몸 일으키기(그림 마)

그림 가의 자세에서 머리와 어깨를 바닥에서 들어올리는 운동으로 처음엔 10° 정도 등을 바닥에서 들어올리며 점차 각도를 증가시켜 90°까지 완전히 들어올린다.(이 운동은 요통이 없어진 후에 해야 한다.)

5) 슬건근 늘리기 (그림 바)

앞거나 선 자세에서 허리를 구부려 손이 발가락을 향해 닿으려고 노력하면 점차적으로 가동 범위도 증가되고 슬건근을 늘릴 수 있다.(이 운동은 요통이 없어진 후에 해야한다)

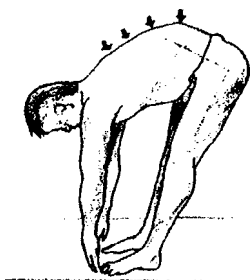


그림 바-1



그림 바-2

6) 쭈그리고 앉기(그림 사)

의자 뒤에서 등받이를 손으로 잡고 쭈그리고 앉았다가 일어서는 운동으로 발바닥은 땅에서 떨어지지 않게 하고 앉을 때에는 둔부가 발뒤꿈치 부분에 닿도록 노력한다.

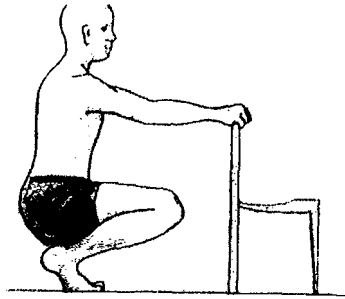


그림 사

나. 바른 자세 생활

1) 수면(睡眠)

단단한 매트나 요 위에서 무릎과 고관절을 구부린 상태에서 바로 눕거나 옆으로 누워 무릎과 고관절을 구부리고 잠을 잔다.(그림 ㄱ)

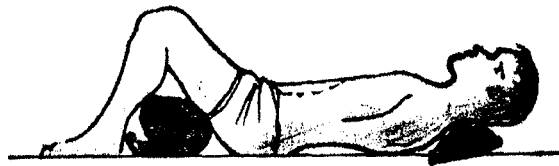


그림 ㄱ

2) 의자에 앉을 때나 운전할 때에는 둔부를 의자 등받이에 바짝 갖다대고 고관절과 몸통과의 각도와 무릎의 구부린 각도가 90° 가 유지되게 한다. 의자도 폭신한 소파보다는 등받이가 되도록 길고, 구부린 무릎의 각도와 다리 그리고 몸 전체가 이루는 각도가 90° 가 유지되도록 자기 체형에 맞는 의자를 사용하도록 한다. 그리고 팔걸이는 필수적으로 필요하다. 체중이 70Kg인 사람이 등받이나 팔걸이가 없는 의자에 앉게 되면 서있을 때보다 오히려 허리에 더 부담을 주게 된다. 즉 85Kg 정도의 힘이 가해진다.(그림 ㄴ)

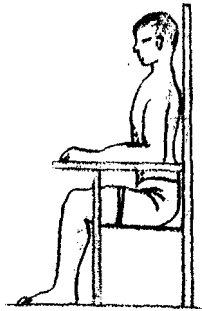


그림 ㄴ

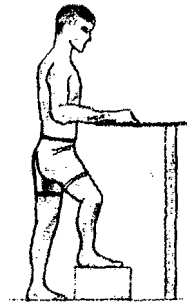
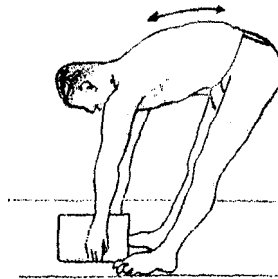


그림 ㄷ

- 3) 서서 장시간 일할 때는 15cm 높이의 보조 받침대 위에 양발을 번갈아가며 놓고 일을 한다. 바로 서는 자세는 머리를 바로 세우고 턱을 안으로 약간 밑으로 당기고 가슴을 펴고 어깨를 움츠리지 말고 복근에 힘을 주어 배가 안으로 들어가도록 한다. (그림 ㄷ)

- 4) 무거운 것을 들거나 세수할 때에는 허리는 편 상태로 무릎을 반듯이 구부리며 물건을 들 때는 물건을 몸과 되도록 가깝게 해서 들어올리도록 한다.(그림 ㄹ)



나쁜자세



좋은자세

그림 ㄹ

다. 보존적 치료

- 1) 침상 휴식: 2-4주간 단단한 매트나 침상 위에서 고관절과 무릎 관절을 약간 구부린 상태에서(무릎 밑에 베개나 요를 말아 고여줌) 절대안정을 취하게 해 허리의

긴장을 덜어준다. 즉 70Kg 체중인 사람이 서있을 때 요추에 70Kg이 가해지지만 누운 자세에서는 30Kg 정도만이 가해진다.

2) 앞서 기술한 골반 기울리기 운동만을 해 전만(前灣)증을 감소시키고 복부 및 허리 주위근 강화 훈련을 해서 재발을 막는다.

3) 온습포, 전기 패드나 초음파 치료등으로 열을 가해주어 진통 및 근 긴장을 감소시킨다.(급성기 1-3일간은 열보다 냉 찜질이 좋다)

4) 디스크 공간의 협소 및 신경근

압박이 있을 때에는 10Kg정도 무게로 골반 견인 치료를 해준다.

5) 근 이완제나 항염제를 통증이 심할 경우 투여한다.

6) 점차 통증이 소실되면 앞서 기술한 다른 방법(그림 다. 라, 마, 바)의 허리 주위근 강화 훈련을 시키고 바른 자세 생활법으로 활동하게 한다.

7) 보조 콜셋트 사용

근 경련을 감소시키고 자세를 좋게 하며 복압을 증가시켜 요추에 압력을 경감시키고 요추의 운동을 제한시키는 목적으로 사용한다. 장시간 사용하면 허리 근육이 오히려 약해질 수 있으므로 콜셋트 착용을 최단시간 사용하고 반드시 골반 기울리기 운동 등 허리 강화 훈련을 게을리해서는 안된다.

8) 신발

되도록 구두 굽이 높고 딱딱한 것은 피하고 고무나 스폰지 등 쿠션이 좋은 신발을 신도록 해야 한다.

9) 그 외에 전기 자극 요법이나 디스크에 특수한 약품을 주입하여 수핵을 녹이는 주

사법(케모뉴클리오라이시스)이 있기도 하다.

라. 수술적 치료

위에서 말한 3-4주간 절대 침상 안정 등을 포함한 보존 요법을 실행했음에도 불구하고 지속적인 통증 및 마비의 악화가 있을 때는 전문의의 정확한 진단 하에 선택적으로 수술을 할 수 있다. 수술 후에도 반드시 골반 기울기 운동을 비롯해서 허리 주위 강화 훈련 및 평소의 바른 자세 생활 등 자기 관리를 계속해야 재발을 방지할 수 있다.

척추는 20대부터 퇴행성 변화를 시작하므로 앞서 기술한 평소의 바른 자세생활 및 허리 근육 강화훈련을 통해 요통을 미연에 예방하여 건강하게 오랫동안 행복한 삶을 살았으면 한다.

■ 참 고 문 헌

1. 김유철, 박창일, 신지철, 김성우, 안준, 정웅태 : 척수손상환자에서 방광초음파검사에 의한 잔뇨량측정의 정확도. 대한재활의학회지, 1997, 21(2), 298-303
2. 박병문, 이진우, 김형찬, 박희완, 최중언, 김동석, 박창일 : 5세 이하 뇌성마비 환자에 서 선택적 척수신경 후근 절제술 후 고관절의 변화. 대한정형외과학회지 1998;33(6); 1500-1508.
3. 박은숙, 박창일, 신지철, 김성우, 백소영 : 경직성뇌성마비 환아에서 선택적 후근 절제 술 후의 체성감각 유발전위 변화. 대한재활의학회지1998;22(6);1219-1224.
4. 박창일, 김성우, 김유철, 신지철, 이종두 : 뇌성마비환아에서의 뇌 자기공명영상과 SPECT 소견. 대한재활의학회지,21권 6호,1060-1067
5. 박창일, 김유철, 신지철, 김민영 : 소아 외상성 척수손상환자의 방광관리. 대한재활의 학회지, 1997, 20(2), 409-415
6. 박창일, 김유철, 신지철, 서혜정, 김용균 : 특수매트리스의 욕창예방에 대한 임상적 유 용성. 대한 재활의학회지, 1997,21(1), 209-215
7. 박창일, 박은숙, 김유철, 임길병, 이창현 : 완전 척수손상환자에서 중추성 통증에 대한 적외선 전신체열 촬영의 소견.대한재활의학회지, 1997, 20(2), 436-441
8. 박창일, 박은숙, 신지철, 김성우, 방인걸 : 뇌성마비 환아에서의 뇌자기공명영상 소견 과 발달장애와의 상관관계. 대한재활의학회지1998;22(5);1018-1020.
9. 박창일, 박은숙, 신지철, 김유철, 김성우, 김현정 : 뇌성마비의 조기진단을 위한 이학 적 평가항목의 개발.대한재활의학회지,21권 4호,679-688
10. 박창일, 신지철, 김유철, 김성우, 김덕용 : 뇌성마비환아에서 전기자극이 경직에 미치 는 영향. 대한재활의학회지,20권 4호,848-857
11. 신지철, 강성웅, 박창일, 강윤주, 김성원, 안재기 : 상부 척수손상 환자에서 기능적 전 기자극이 객담 배출능력에 미치는 효과. 대한재활의학회지, 1998, 22(3), 559-565.
12. 육진숙, 박창일, 채영문, 신지철 : 척수손상자들의 사회적 역할 수행정도가 생의 만족 도에 미치는 영향. 대한작업치료학회지, 1998, 6(1), 14-35.

13. 조미애, 박창일, 박은숙, 김성원, 김용욱 : 위험인자를 지닌 신생아에서 뇌성마비 발생 빈도. 대한재활의학회지;21권 6호;1068-1075
14. Gabriella E. Molnar : Pediatric Rehabilitation, 2nd Edition, Williams & Wilkins, 1992, pp 481-534
15. YC Kim, JC Shin, CI Park, SH Oh, SM Choi, YS Kim : Efficacy of Hydrocolloid Occlusive Dressing Technique in Decubitus Ulcer Treatment, A comparative study. Yonsei Medical Journal, 1996, 37(3), 181-185.
16. Joel A. DeLisa, Bruce M. Gans : Rehabilitation Medicine, 2nd Edition, J.B. Lippincott Co.,1993, pp637-638
17. Karel Bobath : A Neurophysiological basis for the Treatment of cerebral palsy, 2nd Edition, J.B. Lippincott Co., 1980, pp1-5, 45-94

정형외과학

강응식(연세의대 정형외과 교수)

1948

제 1 장 정형외과학 개론

1. 서 론

Ortho (정립, straight)

Paidos (소아, child)

정형외과는 사지와 척추 그리고 그 부속기의 형태와 기능을 내과적, 외과적 그리고 물리학적 방법으로 연구하고, 보존하며, 회복 및 발전시키는 의학의 한 분야이다

American Academy of Orthopedic Surgery, 1960

가. 정형외과의 역사

(1) Hippocrates, 기원전 5세기

척추 측만증(scoliosis)과 폐 기능과의 관계

만곡족(club foot), 골절과 탈구, 골 관절의 염증 등에 대해 서술

전관절 정복(Hippocrates 법)

(2) 프랑스의 Andry, 1741

L'Orthopedie 저술 후부터 정형외과학이 한 전문 분야로 독립

보장구(orthosis),의 발달과 척추 결핵, 소아 마비, 관절 절제술등 여러 지식이 집대성되기 시작

(3) 20세기

전쟁, 산업 재해, 교통 사고의 증가로 외상 정형외과학의 발전

금속 공학과 재료 공학의 발달로 인체 내에서 화학적 반응을 하지않는 금속의 개발

(4) 20세기 후반

합리적이고 실험적인 방법에 의한 과학적 학문으로 지향
새로운 진단법의 도입
새로운 치료 및 수술법의 개발 및 도입

나. 한국 정형외과의 역사

- * 1926년 이용설 교수가 미국에서 정형외과학을 수학하고 귀국(세브란스 의전)
- * 1928년 일본인에 의해서 정형외과 운영(경성제국대학)
- * 1956년 5월 26일 대한 정형외과학회 발족

2. 연부조직의 치료

가. 피부

- (1) 최근 조직 반응이 적은 나일론이나 프롤린 등의 비흡수성 봉합사의 사용
- (2) 발사(stitch out)가 가능한 최소 기간 : 약 1 주(몸통), 약 2 주(사지)

나. 근육 및 건

- (1) 건봉합술(tenorrhaphy) : 건이 파열 혹은 절단된 후 수술적 봉합술이 필요
- (2) 근봉합술(myorrhaphy) : 근육이 파열 혹은 절단된 후 수술적 봉합술이 필요
- (3) 건절단술(tenotomy), 건연장술(tendon lengthening)
근이 경직 또는 구축되어 변형이 심할 때
예) 아킬레스건 연장술 :
소아마비나 뇌성마비에서 흔히 시행하는데 이 방법은 가운데 부분이 길고 건의 길이에 평행한 Z자 모양의 절개를 가하여 원하는 만큼 건의 길이를 늘이고 남아 겹치는 부분을 봉합하여 주는 것

(4) 건이식술(tendon graft)

심한 건 결손부나 수부의 제 2구역에서의 굴건 손상 및 각종 건 재건술 등에서 사용

(5) 건이전술(tendon transfer)

상실된 건의 기능을 대치하여 주기 위하여 주위에서 사용가능한 정상근육의 시작부 또는 종지부를 옮겨 주는 것

다. 인대

(1) 제 1 도 손상

염좌 상태로서 관절의 불안정성이 나타나지 않을 정도의 부분적 파열치료 : 석고 고정이나 보조기를 사용하여 비수술적으로 치료

(2) 제 2 도 손상

약간의 불안정성이 나타나는 정도의 부분적 파열치료 : 석고 고정이나 보조기를 사용하여 비수술적으로 치료

(3) 제 3 도 손상

불안정성이 확실하고 심각한 완전파열치료 : 복원술을 시행

라. 말초 신경

(1) 신경이 불완전하게 절단된 경우 : 비수술적으로 신경의 회복을 기대

(2) 완전 절단된 경우

① 신경봉합술(neurorrhaphy)

이유 : 근위단과 원위단 사이의 간격이 벌어지고 그 사이에 다른 조직이 끼게 되어 수술에 의하지 않고는 신경재생이 힘들어 지므로

② 신경이식술(nerve graft)

봉합부의 과도한 긴장이 예측되어 술후 재파열이 우려되는 경우

□ (3) 신경박리술(neurolisis)

특정부위의 신경이 특정한 해부학적 구조에 의하여 부분적 또는 완전한 마비가 발생하는 압박 신경증, 신경포착 증후군, 또는 손상이나 수술 등으로 신경주위의 유착이 생긴 경우

3. 골의 치료

(1) 비수술적 방법 : 보조기, 부목, 석고붕대

(2) 수술적 치료 : 골절과 탈구의 정복, 변형의 교정, 종양 절제, 골수염의 치료

가. 골 이식(Bone graft)의 분류

① 자가 이식술 autograft)

② 동종골 이식술(homograft)

③ 이종골 이식술(heterograft or xenograft)

나. 골절과 탈구(Fracture and dislocation)

(1) 치료 원칙

① 정복 (reduction)

② 정복의 유지 (maintenance)

③ 재활 (rehabilitation)

(2) 정복의 방법

① 비개방성 정복(nonoperative reduction) : 도수 정복 (closed reduction)

② 개방성 정복(operative reduction)

(3) 정복의 유지

- ① 외고정 방법 : 석고 붕대, 부목, 골외 고정기(external skeletal fixator)
- ② 내고정 방법 : 핀(pin), 철사(wire), 나사(screw), 판(plate) 골수내정(intramedullary nail)

다. 골의 변형

(1) 원인

- ① 선천성 질환
- ② 대사성 질환
- ③ 성장판 손상
- ④ 부정 유합

(2) 변형의 종류

- ① 각 변형
- ② 단축 변형
- ③ 회전 변형
- ④ 전이 변형

(3) 치료 : 절골술 (osteotomy)

라. 골 종양

(1) 양성 종양

- ① 단순 절제술
- ② 소파술

(2) 악성 종양

- ① 광범위 절제술 후 사지 구제술
- ② 절단술

- ③ 항암제 치료
- ④ 방사선 치료

마. 골수염

(1) 비수술적 치료 : 항생제 치료

(2) 수술적 치료

- ① 천공술(drilling)
- ② 개창술(fenestration)
- ③ 부골적출술(sequestrectomy)

4. 관절의 치료

가. 안정 및 약물 요법

(1) 안정 부목(resting splint)

- ① 기간 : 수일에서 2주 내외
- ② 장기간의 부목 고정시 근육의 위축과 관절 운동 감소 유발

(2) 약물

- ① 비스테로이드성 소염제 (NSAID)
- ② 스테로이드제제 ASX

나. 물리 요법과 운동

(1) 필요성

- ① 장기간 고정시 관절의 구축 발생
- ② 장기간 고정시 비접촉 관절 부위는 불용성 위축, 접촉 관절 부위는 용해 현상
소지안근의 위축

발생

(2) 종류

- ① 등력성 운동(isotonic exercise)
- ② 등장성 운동(isometric exercise)

다. 수술적 치료

- (1) 관절 변연 절제술(joint debridement)
- (2) 활막 절제술(synovectomy)
- (3) 절골술(osteotomy)
- (4) 관절 고정술(arthrodesis)
- (5) 관절 성형술(arthroplasty)

5. 사지 부동(Leg length discrepancy)

(1) 편측의 단축, 과잉성장에 의하여 발생

(2) 단축의 원인

- ① 선천성, 발달성 성장장애
- ② 외상 혹은 감염에 의한 골단판 손상
- ③ 장관골 골절의 중첩 정복
- ④ 근육 마비

(3) 치료 : 길이 차이가 1.5cm 이상시

- ① 골단 고정술(epiphysiodesis)
- ② 골단 못 봉합술(epiphyseal stapling)

- ③ 신장지 골의 단축술(shortening)
- ④ 단축지 골의 연장술(lengthening)

6. 석고 붕대

- (1) 석고 붕대(Plaster of Paris Splints)
- (2) 환상 석고(Circular Cast)

제 2 장 골절 탈구의 개론

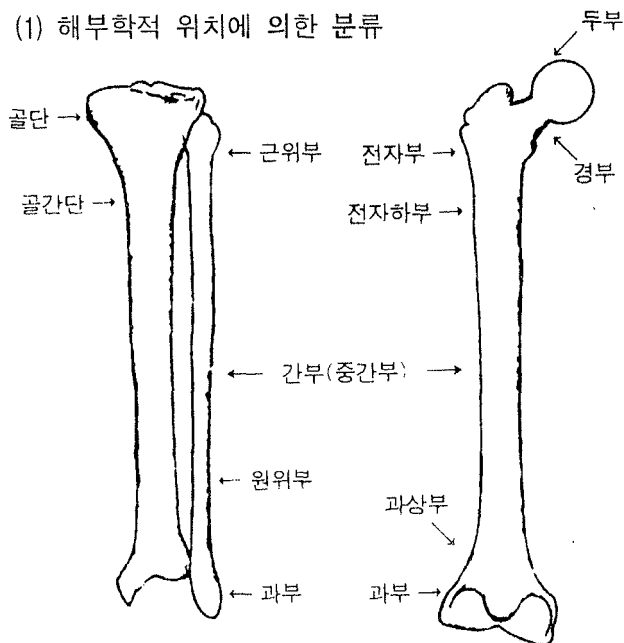
1. 골절(Fracture)의 정의 및 분류

가. 골절

정의 - 뼈의 연속성이 완전 혹은 불완전하게 소실된 상태

나. 골절의 분류

(1) 해부학적 위치에 의한 분류



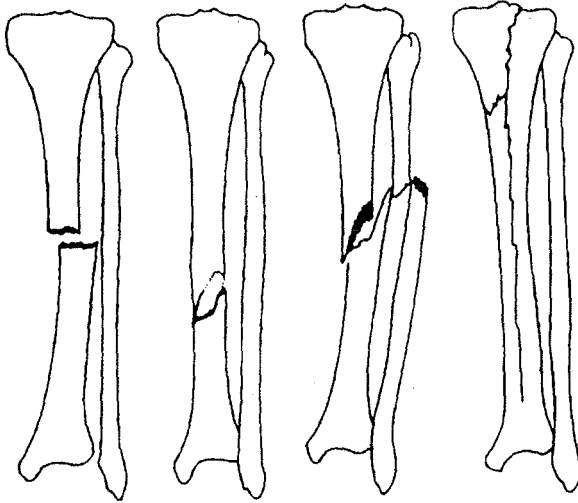
(2) 골절의 정도에 의한 분류

완전 골절

불완전 골절 - 소아에서 호발

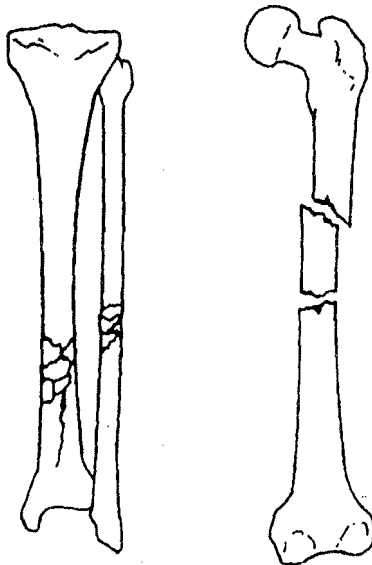
녹색 줄기 골절 (greenstick fracture), 융기 골절 (torus fracture)

(3) 골절 면의 방향에 의한 분류



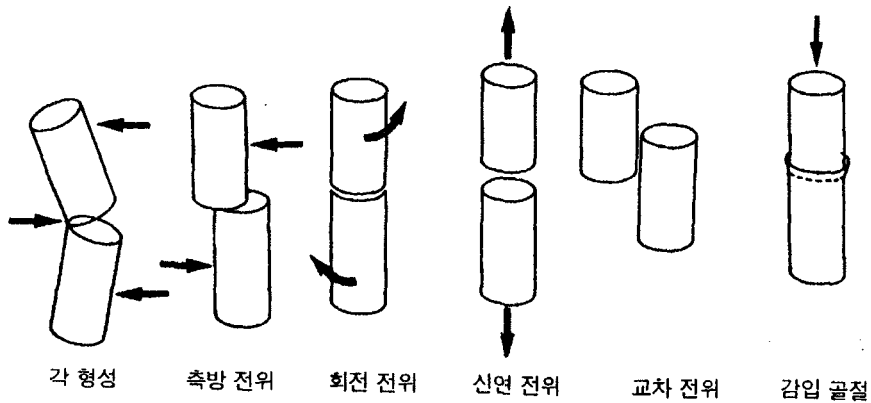
A 횡상 B 사상 C 나선상 D 종상

(4) 골절편의 수에 의한 분류



A 분쇄 골절 B 분절 골절

(5) 골절편의 전위 여부에 의한 분류



- * 안정성 골절 (stable fracture) - 횡상 골절, 짧은 사상 골절
- * 불안정성 골절 (unstable fracture) - 긴 사상 골절, 나선상 골절

(6) 개방창 동반 유무에 의한 분류

개방성 골절

폐쇄성 골절

다. 병적 골절과 피로 골절

(1) 병적 골절 (pathologic fracture)

골다공증, 골 종양, 골 감염증 등 약해진 뼈에서 작은 힘에도 골절이 유발되는 경우

(2) 피로 골절 (fatigue or stress fracture)

일정 부위의 뼈에 반복적인 응력에 의해 점차 골질의 연속성이 중단되는 경우

장거리 행군, 육상 선수

불완전 골절 (일부 완전 골절로 이행)

제 2, 3, 4 중족골 골절

2. 탈구 (Dislocation)

정의 - 관절의 완전 파괴나 붕괴가 일어나 관절 면의 접촉이 완전히 소실된 상태
관절 주위 골절 및 주위 조직의 손상을 흔히 동반
소아에서는 극히 드물며 관절 주위 골절과 감별진단이 중요

아탈구 (subluxation) - 관절 면의 접촉이 다소 남은 상태

3. 골절 탈구의 진단

가. 골절의 진단

- (1) 통증과 압통(pain and tenderness)
- (2) 기능 장애
- (3) 변형(deformity)
- (4) 자세의 변화
- (5) 비정상적인 운동과 염발음(crepitus)
- (6) 신경 및 혈관 손상
- (7) 방사선 검사

- 촬영 각도가 90도로 교차되게 촬영
- 장관골(long bone)은 상하 관절을 포함하여서 촬영
- 소아는 건측(normal side)과 동시에 촬영
- 두부 손상 환자, 특히 의식 없는 환자는 경추의 방사선 검사가 필수
- 척추 골절이나 골반골 골절 등은 전산화 단층 촬영(CT)이 유용
- 주상골 골절은 수상직후 확인되지 않다가 2주 내지 4주에 나타날 수도 있다.
- 소아의 경우 최초에는 불확실하나, 1주 내지 2주 후에 골절선이 나타날 수 있다.
- 피로 골절도 통증 발생 후 시간이 경과된 후에 골절 선이 나타날 수 있다.

- 골절의 임상 증상은 확실하나 방사선 검사로 확진이 되지 않을 경우, 골절이 있는 것으로 간주하여 치료한다.

나. 탈구의 진단

(1) 통증

(2) 관절 외형의 변화

- 견관절 전방 탈구 시 삼각근이 편평해지고
- 주관절 탈구 시 주관절 후방의 삼각형 꼭지점의 모양이 변한다.

(3) 운동 상실(loss of motion)

(4) 자세의 변화

- 고관절 후방 탈구 시 굴곡, 내전, 내회전, 및 하지의 현성 단축
- 고관절 전방 탈구 시 외전, 외회전 변형, 및 하지의 현성 신연

(5) 신경 및 혈관 손상

- 골절 시보다 신경 손상의 빈도가 높다.
- 고관절의 후방 탈구 : 좌골 신경의 총 비골 신경 분지 손상
- 견관절 탈구 : 상완 신경총(brachial plexus)이나 액와 신경(axillary n.) 손상
- 슬관절 탈구 시 슬와 동맥(popliteal artery) 손상에도 주의
- 혈액 순환 장애가 의심되면 즉시 혈관 촬영(angiogram)을 시행

(6) 방사선 검사

4. 골절 및 탈구의 치료

가. 골절의 치료

- 응급 처치

- 본 치료
- 기능의 회복을 위한 재활

(1) 응급 처치

(가) 다발성 손상

- * 기도의 유지
- * 호흡 곤란에 대한 처치
- * 급성 출혈 및 출혈성 속 등을 치료
- * 두뇌나 척추 또는 내부 장기의 손상 치료

(나) 골절부의 응급 치료

- * 부목 고정(splint immobilization)
골절 주위의 연부 조직 손상을 피할 수 있고
폐쇄성 골절이 개방성 골절이 되는 것을 방지
통증을 감소
지방 색전증(fat embolism) 과 속의 빈도 감소
환자의 이송과 방사선 촬영을 쉽게 할 수 있기 때문이다.

(2) 본 치료(definite treatment)

(가) 치료 원칙

- 골절 편을 만족할만한 위치로 정복하여 골절 부를 유합(healing)
- 기능 및 기능을 정상에 가깝게 회복
- 조기에 본래의 생활로 복귀

(나) 비 수술적 방법

① 도수 정복(closed reduction)

- 가능한 빨리 정복
- 6시간 내지 12시간이 지나면 부종이 심해진다.

- 첫째, 골절된 사지의 장축을 따라 견인(traction)
둘째, 골절을 일으킨 힘의 반대 방향으로 힘을 가하고
셋째, 원위 골절 편을 근위 골절 편에 맞춘다.
- 금기증(contraindication)
 - * 골편의 전위가 예후에 심각한 영향을 미칠 때
 - * 정복 후 유지를 할 수 없을 때
 - * 견인력에 의해 발생한 골절(patellar fracture, olecranon fracture)

② 고정(fixation)

- 석고 붕대 고정(cast immobilization)
- 지속적인 견인(traction)
- 기능적 보조기(functional brace)
- 여러 종류의 부목(splint)

(다) 수술적 방법

① 관혈적 정복(open reduction)

② 비관혈적 정복(closed reduction)

- * 외 고정(external fixation)
- * 폐쇄성 골수내 정 삽입술(closed intramedullary nailing)

③ 응급 수술

- * 주요 관절(고관절, 슬관절, 견관절 등)의 도수 정복되지 않는 탈구
- * 혈관 손상 및 연부 조직 손상을 동반한 개방성 골절
- * 구획 증후군(compartment syndrome)을 동반한 골절
- * 악화되는 신경 손상을 동반한 척추 골절

④ 위급 수술(1일~3일)

- * 심한 개방성 골절의 변연 절제술(debridement)
- * 고관절 부 골절
- * 불안정 골절 및 탈구

⑤ 선택 수술(3,4일-3,4주)

- * 그 외의 일반적인 골절 수술

⑥ 고정 장치(internal fixation)

- * 강선 고정(wire fixation)
- * 핀 고정(pin fixation)
- * 나사 고정(screw fixation)
- * 금속판과 나사못(plate and screw fixation)
- * 골수내 정(intramedullary nail fixation)
- * 외 고정(external fixation)
- * 인공 관절 성형술

(3) 기능의 회복

- 관절의 고정에 따른 강직 : 근육 및 관절 막의 강직
- 고정 1-2일부터 고정된 관절의 등척성 운동(isometric exercise)
- 고정에서 제외된 관절의 능동적 운동
- 골 유합이 되면 능동적 및 수동적 관절운동
- 기능 회복을 위한 물리치료

나. 탈구의 치료

(1) 급성 탈구는 가능한 빨리 정복을 시행한다.

(2) 고관절 탈구는 응급으로 정복을 해주어야 한다.

- 12시간 경과시 무혈성 괴사의 발생율이 증가

(3) 수술적 적응증(indication)

- 연부 조직 혹은 골연골 관절 편이 관절내로 삽입된 경우
- 도수 정복이 불가능한 경우

- 안정된 정복을 유지할 수 없는 경우
- 정복후 신경 손상이 발생한 경우
- 혈관 손상이 동반된 경우 정복 후에도 혈액 순환 장애가 호전되지 않을 경우

5. 골절 및 탈구의 합병증

가. 전신적 합병증

(1) 속 (shock)

불충분한 순환 혈량 이나 심박출량의 감소로 주요 장기나 조직에 모세 혈류량이 부족하여 정상적인 산소 대사에 장애를 일으키는 임상적 상태

- 골절 환자 등 정형외과에서 문제가 되는 저혈량성 속(hypovolemic shock)은 적절한 혈량을 보충하면서 산소 운반 능력을 회복시키는 것임
- Ringer's lactate
- 생리 식염수(normal saline) : 20-25%의 혈액 증가 효과
- 저분자량(low molecular weight) dextran
- 혈장(plasma)
- 전혈(whole blood)

(2) 심폐 정지

- * 다발성 외상 환자
- * 노인 환자
- * 심폐기능 또는 대사기능 장애 환자
- * 류마티드 관절염 환자중 부신피질 호르몬 또는 면역 억제제 사용 환자
- * 골시멘트 사용환자

(3) 압괴 증후군(crushing syndrome)

원인 미상이나, 광범위한 근육 손상, 장시간의 지혈대 착용으로 인한 급성 신부전(?) 대 부분 2주내 사망

(4) 출혈

(5) 지방 색전증(fat embolism)

골절시 골수의 지방 소적(fat droplet)이 폐, 뇌, 심, 신등의 중요 장기의 혈류를 막아 급격한 호흡 장애와 중증의 증상을 유발

- 대개 수상 2-3일에 증상
- 호흡 곤란, 심박 항진, 고열,
- 뇌 기능 장애로 인한 두통, 불안, 정신 혼탁, 혼수
- 치료 : 대증적 요법
- 예방 : 부목 고정과 불필요한 이동 자제

(6) 심부 정맥 혈전증(deep vein thrombosi)

① 심부 정맥 혈전증

통증, 부종, 압통, 체온이나 맥박의 상승

- 골반, 하지골절 환자 및 수술후
- 고령, 수술 빈도나 시간이 많거나,
- 고정기간 및 정도가 클수록
- 전신 질환
- 예방 : 조기 운동 요법
- 치료 : 조기 운동 요법, 항 혈전제

② 폐 색전증(pulmononary embolism)

폐에 혈전증이 유발된 경우

- 중증 : 갑작스런 배변 의욕, 호흡 곤란, 속 -- 사망할 수 있다.
- 경증 : 흉통, 호흡 곤란, 혈담

(7) 가스 괴저(gas gangrene)

외상부에 심한 통증, 부종, 피부 변색, 배출액 증가, 근육 괴사, 조직내 가스 발생, 패혈증, 속

- 혐기성 세균의 감염(*Clostridium perfringens*)
- 예방이 중요 : 철저한 세척과 변연 절제술(debridement)

(8) 파상풍

- *Clostridium tetani*
- 교경(trismus), 후두와 인두 및 안면 근육 마비, 후경부 경직, 후궁 반장(opisthotonus)
- D.P.T. 예방주사, 면역 글로불린

(9) 석고 증후군(cast syndrome)

체간 석고 고정후(hyperextension) 십이지장이 장간막(mesentery)이나 복부 혈관에 눌러 발생

- 상부 장 폐쇄증
- 예방 : 파신전 방지

나. 국소 합병증

(1) 연부 조직 손상

- 피부 손상
- 근육 및 건 손상
- 신경 손상
- 혈관 손상

(2) 장기 손상

골반 골절시 하부 요도 손상(16%), 방광의 단독 손상(7%)

(3) 구획 증후군(compartment syndrome)

사자의 구획 내의 내압 상승으로 이 구획내의 조직이 손상 응급으로 근막 절개술(fasciotomy) 시행

(4) 국소 감염

(5) 변형(deformity)

- 불유합(nonunion)
- 부정 유합(malunion)
- 지 단축(shortening of limb)

(6) 재골절

(7) 골단 손상(소아)

(8) 관절 강직

(9) 재발성 탈구

슬개골, 견관절

(10) 외상후 관절염

(11) 무혈성 괴사

대퇴 골두, 거골(talus)체부, 수부 주상골(scaphoid) 수술적 치료

(12) 이소성 골형성

외상 후 연부 조직에 석회 침착이나 골 형성주관절(elbow), 고관절, 견관절

(13) 외상 후 반사성 교감 신경 이형성증(RSD)

6. 특수한 골절

가. 병적 골절(pathologic fracture)

비정상적인 골에서 발생하는 골절

- 경미한 외력으로도 발생
- 골다공증, 양성 및 악성 골종양, 감염, 방사선 조사
- 골연화증 및 구루병, 골형성 부전증, 변형성 골염, 매독
- 원인 치료, 보조구 착용, 수술 요법

나. 스트레스 골절 (피로 골절, 행군 골절)

반복적인 부하(strain)를 견디지 못해서 발생하는 골절

- 중족골(metatarsal bone), 종골(calcaneus), 경골(tibia)
- 점진적 통증과 국소 압통
- 단순 방사선 검사(X ray), 골주사 검사(WBBS)
- 치료 : 일상 생활은 하면서 운동이나 활동량 줄인다.

다. 개방성 골절

골절 부위가 개방창(open wound)를 통해 외기와 연결

- 창상의 치료와 감염의 예방이 제일 중요하다.
- 변연 절제술, 세척술(irrigation)
- 살균성 항생제 사용, 파상풍 예방
- 골절에 대한 치료

7. 슬관절 인대 손상

가. 측부 인대 손상

슬관절에 가해진 모든 외력은 주위 지지 조직들에 전달되며, 이들이 손상되면 슬 관

절의 안정성에 지장이 초래한다.

(1) 원인

(가) 내측 측부 인대(medial collateral ligament) 손상

- 관절 외측으로부터의 외력 또는 외회전, 외전 등에 의한 외반력
- 운동 경기, 산업 재해 등에서 빈번한 외력 기전

(나) 외측 측부 인대(lateral collateral ligament) 손상

- 내전, 내회전 등의 내반력

(2) 증상

(가) 수상 직후

- 국소 동통(local tenderness)
- 반사성 근 경련(reflective muscle spasm)
- 관절강내 출혈
- 주위 조직의 부종

(나) 급성기 이후

- 자발통, 압통은 점차 소실
- 쇠약(weakness)
- Giving way
- 근 위축(muscle atrophy)
- 슬관절의 불안정성 심화

(3) 진단

- 국소 압통, 손상부 조직의 함몰
- 내회전 운동에 의한 국소 동통의 유발
- 불안정성 검사
- 스트레스 방사선 촬영

(4) 치료

① 경미(mild), 중등도(moderate)

- 기능성 보조기, 혹은 석고 고정 2-4주
- 목발 이용한 부분 체중부하 보행
- 대퇴 사두근 수축 운동

② 중등도(severe)

- 외측 측부 인대 : 조기 수술
- 내측 측부 인대 : 보조기, 석고 고정 등의 보존적 치료

나. 십자 인대(cruciate ligament) 손상

(1) 전 십자 인대(anterior cruciate ligament) 손상

경골에 대해 대퇴골의 굴곡, 외전, 내 회전되거나 과신전(hyperextension)

(가) 증상 및 진단

- 손상 당시 단열을 감지(popping sensation)
- Anterior drawer test
- Lachman test
- Pivot shift test
- MRI 검사
- 관절경 검사(Arthroscopy)

(나) 치료

① 보존적 치료

- 증상이 경미한 경우 근 훈련(muscle training), 보조기 착용

② 수술적 치료

- 일차 수복(primary repair) ; 경골, 대퇴 부착부 손상시 가능할 수 있다.
- 대부분의 경우 재건술(reconstruction)을 시행
 - * 슬개건(patellar tendon)

- * 반 건양건(semiendinosus), 박건(gracilis)
- * 대퇴사두건(quadiceps tendon)
- * 동종 이식건(allograft)

(2) 후 십자 인대(posterior cruciate ligament)

슬관절의 과신전, 경골의 후방 전위

슬 굴곡위로 넘어지거나 계기판 사고(dashboard injury)

① 증상 및 진단

- 동통, 혈종으로 기능 장애가 생긴다.
- Posterior drawer test
- External rotation recurvatum test

② 치료

- 슬관절의 단독 손상은 30도 굴곡위로 6주 고정 후 물리 치료
- 슬관절의 기능 회복을 도모
- 증상이 있는 후방 불안정성의 경우 인대 재건술을 시행할 수 있다.

제 3 장 절 단

1. 절단의 적응증

절대적인 적응증은 손상된 상지나 하지의 혈류 순환이 차단되어 회복될 수 없을 때라고 할 수 있다. 혈류의 공급이 차단되면 그 이하의 부분이 쓸모 없어질 뿐만 아니라 조직 괴사에 따른 독성 물질의 생성으로 생명을 위태롭게 할 수 있기 때문이다. 이러한 적응증은 상지와 하지에서 약간의 차이가 있다. 상지에서는 외상에 의한 것이 가장 많고 다음이 선천성 기형, 말초 혈관 질환, 종양의 순서이다. 반면 하지에서는 말초혈관질환이 가장 많고 다음이 외상, 감염, 종양, 선천성 기형의 순서이다.

2. 절단의 종류

골 부위에서 자르는 것을 절단(amputation)이라고 한다면 관절 부위에서 자르는 것을 관절 이단(disarticulation)이라 하며 이 두 술식을 통칭하여 절단이라 하기도 한다. 수술시 절단단(amputation stump)을 봉합하는 것을 폐쇄성 절단(closed amputation)이라고 하고 절단부위에 감염이 남아 절단단을 당분간 열어 놓는 것을 개방성 절단(open amputation)이라고 한다.

3. 상지의 절단

가. 종류

- (1) 수부 절단(transmetacarpal, transphalangeal amputation)
- (2) 수근 관절 이단(wrist disarticulation)

- (3) 전완부 절단(transradial amputation)
- (4) 주관절 이단(elbow disarticulation)
- (5) 상완부 절단(transhumeral amputation)
- (6) 견관절 이단(shoulder disarticulation)
- (7) 전갑-흉곽간 절단(forequarter amputation)

나. 수부 절단

무지는 손의 기능에서 가장 중요하므로 희생되지 않도록 한다

다. 수근 관절 이단

원위부 요척골 관절이 유지되므로 의지 장착후 회내전, 회외전이 가능하여 유리

라. 전완부 절단

전완의지를 착용하기 위해서는 최소한 3.8-5 cm의 길이 필요

마. 주관절 이단

과상부의 넓은 부분을 의지로 고정할 수 있으므로 상완부의 회전을 수의적으로 조절

바. 상완부 절단

상완과(supracondylar area)에서 액와주름(axilla fold) 사이에서의 절단

사. 상지의 절단 후에는 임시 의지의 착용이 중요한데 이를 통하여 절단단의 준비 및 상지 근육의 기능 유지, 일상생활의 독자적 실시 등을 이룰 수 있다. 이 과정을 거쳐야 본격적인 의지를 착용하였을 때 이를 사용할 수 있게 된다.

4. 하지의 절단

사지 절단의 약 85%가 하지에서 시행되는데 이중 하퇴절단이 약 50%, 대퇴절단이 약 35%의 분포이다.

가. 종류

(1) 족부 절단

(가) 중족골 이단(transmetatarsal amputation)

(나) Lisfranc 절단(중족골과 족근골 사이)

(다) Chopart 절단(거골-주상골 및 종골-입방골 사이)

(2) Syme 절단(Syme amputation)

(3) 하퇴 절단(transtibial amputation)

(4) 슬관절 이단(knee disarticulation)

(5) 대퇴 절단(transfemoral amputation)

(6) 고관절 이단(hip disarticulation)

(7) 장골-복부간 절단(hindquarter amputation)

나. Syme 절단

족근 관절보다 0.6 cm 상부에서 경골 및 비골을 절단후 발 뒤꿈치의 두꺼운 피부판을 절단단으로 사용하여 체중을 부하하도록 고안한 방법

다. 하퇴 절단

1) 가장 많이 시행하는 절단술

2) 절단단의 길이가 12.5-17.5 cm가 가장 이상적

3) 하퇴 의지를 착용시키기 위해서는 최소한 3-5cm의 절단단 필요

(1) 허혈성 하지 절단(ischemic limb)

하지의 전면부가 후면부보다 혈액공급이 적으므로 후면부 근육-피부판을 길게 하고 전면부는 짧게 한다.

(2) 비허혈성 하지 절단(nonischemic limb)

전면부와 후면부의 피부판의 길이를 거의 같게 하는 방식

라. 슬관절 이단

- 1) 절단단으로 체중부하를 할 수 있으며 절단단의 운동 조절이 쉽다.
- 2) 의지 착용 후 안정감이 있는 장점이 있어서 젊은이의 경우에 사용
- 3) 노인이나 허혈성 하지의 경우에는 사용하지 않는다.

마. 대퇴 절단

슬관절에서 약 10 cm 상부에서 절단

바. 고관절 이단과 장골-복부간 절단

대퇴 근위부의 골육종이나 연골 육종 같은 악성종양이 있을 시 시행

5. 소아기 절단

가. 원인

- (1) 선천성 원인 : 선천성 골격 결핍증
- (2) 후천성 원인 : 외상(교통사고), 악성 종양, 감염

나. 절단시 고려 사항

- (1) 가능한 한 환자의 지체를 길게 보존

(2) 절단단의 과성장(terminal overgrowth)

다. 절단단의 과성장(terminal overgrowth)

원위부의 골단이 소실된 경우 골성장에 큰 영향을 미치게 되고 또한 근위부의 골단의 지속적 성장으로 골단에 통증과 감염을 일으킬 수 있다. 절단단의 과성장은 거의 모든 소아 절단에서 일어난다. 이러한 성장기 인자를 고려한다면 소아의 절단에서는 관절 이단술이 더 권장된다.

라. 합병증

(1) 성인에 비하여 드물다

(2) 피부 반흔, 신경증, 환각지, 정신적 문제 등도 거의 문제가 되지 않는다.

마. 의지의 착용도 용이하고 쉽게 적응한다. 또한 의지 착용 훈련도 큰 문제가 없다.

다만, 성장기이므로 의지를 자주 점검하여야 하며 성장에 따라 새로운 의지를 맞추어야 한다.

6. 절단의 합병증**가. 혈증**

지혈이 불충분할 경우 발생하며 흡입하고 압박고정하면 대개 해결된다. 지속될 경우 감염의 배양액이 되므로 주의해야 한다.

나. 감염, 괴사

당뇨병이나 말초 혈관 질환에서 발생한다. 배농을 시행하고 세척하고 적절한 항생제를 사용하면 호전. 심하면 재절단을 시행

다. 관절 구축

수술후 조기에 '근육 및 관절운동을 시켜서 예방, 가벼운 구축은 대부분 물리치료로 해결, 심한 구축은 의지 장착에 장애가 되므로 수술로써 이완시켜 주는 경우도 있다.

라. 신경종(neuroma)

신경 절단부에서 신경단이 반흔 조직에 유착된 경우 발생하며 수술시 충분히 신경을 짧게 절단하여 정상근육내에 위치시 예방 가능

마. 환각지(phantom limb), 환각통(phantom pain)

대부분의 환자에서 나타나나 대부분 의지 장착후 감소되거나 사라진다. 심한 경우 신경 종의 제거술 등 재수술을 요하기도 하며 약물 치료, 정신과적 치료나 전기 자극 치료를 필요로 하기도 한다.

제 4 장 감염 및 염증성 질환

1. 퇴행성 관절염(Degenerative arthritis)

가. 서론

퇴행성 관절염은 관절 연골이 닳아 없어지면서 국소적인 퇴행성 변화가 나타나는 질환이다. 그 원인은 불확실하나 노쇠 현상이나 과대한 체중과 관계가 깊은 질환이다. 퇴행성 관절 질환(degenerative joint disease), 골관절염(osteoarthritis)이라고도 불리워 진다.

이 질환에서는 관절 연골의 퇴행성 변화가 일차적으로 나타난다. 질환이 진행되면 연골 하 골의 경화, 관절 주변에 골의 과잉 형성, 관절의 변형 등이 발생할 수 있다. 임상적으로는 반복적인 동통, 관절의 강직감, 관절의 점진적 운동장애 등이 관찰될 수 있다.

나. 발생빈도

방사선상으로도 55세 이상의 약 80%, 75세에서는 거의 전 인구가 퇴행성 관절염의 소견을 나타내고 있다. 그리고 이 중 약 1/4 정도에서 임상 증세를 나타낸다. 나이가 많아 질수록 여성에게서 더 많이 그리고 더 심하게 나타난다.

다. 분류

퇴행성 관절염은 과거로부터 일차성 또는 특발성과 이차성 또는 속발성으로 분류되어 왔다. 특별한 원인이 없는 경우가 전자에 속한다. 그리고 원인을 확실히 증명할 수 있는 경우, 즉 선천성 기형이나 외상의 병력이 확실한 경우 그리고 생화학적 이상이 동반된 경우 후자에 속한다. 원발성과 이차성 퇴행성 관절염의 임상 증상 사이에 중대한 차이점은 없으며 진행 과정 중에 나타나는 양상은 거의 같다.

라. 원인

(1) 일차성 퇴행성 관절염

확실한 원인은 아직 밝혀져 있지 않다. 그러나, 나이, 성별, 유전적 요소, 비만증, 특정 관절 부위가 선행인자로 작용한다. 중년 이후에서는 나이가 많아질수록 발병빈도가 높아진다.

나이가 많아질수록 여성에게서 더 많이 그 정도가 더 심하게 나타난다. 가족력과 관계가 있는 경우가 많다. 비만증이 있는 경우는 정상인에서 보다 약 2 배 정도로 발생률이 높다고 하며 이 때는 주로 체중 부하 관절에서 많이 발생한다.

(2) 이차성 퇴행성 관절염

관절 연골에 손상을 줄 수 있는 외상, 질병 및 기형이 모두 원인이 될 수 있다. 선천성 기형으로는 고관절 발육 부전이나 내반슬과 외반슬 같이 관절의 정열이 틀어진 경우 등이 있다. 화농성 관절염 및 결핵성 관절염 후 관절 연골이 파괴된 경우, 무혈성 괴사, 심한 충격 또는 반복적인 가벼운 외상 등에서 퇴행성 관절염이 속발되는 경우는 흔하다.

마. 이환 관절

체중 부하와 압박력을 받는 관절

요추부, 고관절, 슬관절, 발의 무지의 중족 족지 관절

바. 증상

초기에 나타나는 증상으로는 경도의 동통이 가장 흔하다. 또한 환자는 운동시 쉽게 피로감을 호소하고 관절에 운동장애나 경도의 종창 및 관절 주위의 압통을 호소하기도 한다.

사. 치료

퇴행성 관절염은 관절 연골의 퇴행성 변화에 의하여 발생되므로 이를 완전히 정지시킬 수 있는 확실한 방법은 아직 없다. 그리하여 본 질환의 치료목적도 환자로 하여금 질병의 성질을 이해하도록 하여 정신적인 안정을 마련해주면서 통증을 경감시켜주고 관절의 기

능을 유지시키면서 변형을 방지하는데 있다고 하겠다. 그러나, 변형이 이미 발생한 경우 이를 수술적으로 교정하고 재활치료를 시행하여 환자가 동통을 느끼지 않는 운동범위를 증가시킴으로써 환자의 일상생활에 도움을 주는 데 목적이 있다.

2. 급성 혈행성 골수염(Acute hematogenous osteomyelitis)

가. 발생 빈도 및 호발 부위

유아 및 성장기의 소아, 특히 남아에서 3-4 배 호발한다. 성장이 빠르고 부피가 큰 장골의 골간단에 주로 발생하며 그 중 대퇴골 하단부 및 경골 상단부를 가장 흔히 침범한다.

나. 원인

발병 연령이나 여러 가지 조건에 따라 원인균이 다양하다.

정상아 : 황색 포도상 구균 (80-90%)

신생아 : 황색 포도상 구균, 연쇄상 구균, 폐렴 구균

다. 발생 기전 및 병리

균의 감염 경로는 대부분 혈행성이지만 외상이나 수술창에 의한 직접 감염에 의하거나 주위 조직에 발생한 감염이 확산에 의하여 발생할 수 있다. 부스럼이나 상기도염 등의 1 차 병소로부터 균혈증이 발생할 수 있으며 이중 일부의 균주가 골조직 특히 장골의 골간단에 도달하여 감염을 일으키는 것으로 생각되나 균혈증이 발병의 필수적 요건은 아니다.

라. 임상 증상 및 진단

환부의 지속적인 동통 및 압통, 열감, 발열, 식욕감퇴, 권태감이 나타난다. 수일 후 연부 조직의 종창 및 발적을 야기한다. 항생제를 사용하기 전에 혈액 배양검사 상 약 50%에서 원인균이 검출된다. 골천자 검사는 정확한 세균학적 진단 및 농양 유무를 알기 위한 필수적인 검사이다.

마. 치료

- (1) 항생제의 개발이래 치료 방법의 발달에 의하여 대부분 좋은 결과를 보이지만 부적절한 항생제의 사용으로 임상 결과가 달라질 수 있다.
- (2) 검사후에 즉시 항생제를 정맥에 투여하며 해당 사지를 부목으로 고정하고 전신적인 보조 요법을 시행한다.
- (3) 이미 농양이 형성되었거나 24-48 시간 이상 항생제를 투여하여도 중세가 좋아지지 않으면 수술적 배농을 고려해야한다.

3. 만성 골수염(Chronic osteomyelitis)

가. 발병 기전 및 병리

급성 골수염 초기의 부적절한 치료로 인하여 병변이 지속되거나 재발하는 경우나 외상 또는 수술에 의한 골 감염이 만성적으로 지속되는 경우에 발생

나. 임상 증상

국소의 동통, 압통, 종창 및 운동제한이 있고 흔히 배농동을 통하여 농이 배출되며 재발과 치유가 반복된다. 부골(sequestration), 골구(involuculum), 피부의 배농동(draining sinus)이나 누공의 형성은 만성 골수염의 특징이다.

다. 치료

- (1) 국소 및 전신적으로 항생제의 사용
연부 조직의 반흔, 골의 경화, 골 괴사로 인하여 혈액 순환이 불량하여 항생제의 효과가 비교적 적다.
- (2) 부골 제거술
- (3) 조그마한 창 또는 흠통 모양의 구멍을 만들어 골 소파술을 시행
제거할 범위가 적은 경우에 시행한다.

(4) 배형 성형술

피부 결손과 함께 감염된 큰 공동이 있는 경우에 시행한다.

(5) 절단술

4. 골관절 결핵(Tuberculosis of bone and joint)

가. 발병기전

결핵균(*Mycobacterium tuberculosis*)에 의해 발생하는 골관절의 만성 염증성 질환이다. 대부분 폐 또는 임파절 등 다른 장기의 결핵으로부터 결핵균이 혈류를 타고 이동하여 발생된다.

나. 호발 부위 및 빈도

20년 전까지만 하여도 골관절 결핵은 우리나라에서 많은 빈도를 보였으나 오늘날 새로운 항결핵제의 개발, 생활여건의 향상, 예방대책의 발달로 발생빈도와 사망률이 현저히 감소하였다.

호발 부위는 척추가 전체 골관절 결핵의 50-60 %를 차지한다.

다음이 고관절, 슬관절, 족근관절, 천장관절, 견관절, 수지관절의 순으로 호발한다.

다. 병리적 소견

결핵균이 혈류를 타고 골관절에 이동하면 연골하골(subchondral bone)이나 골간단부를 침범한다. 병변이 진행시 병소 주변에는 저혈성 괴사조직이 액화되어 진한 우유빛의 특징적인 농양을 형성한다. 이것은 열감, 동통 등의 급성염증 소견을 보이지 않으므로 결핵성 농양, 또는 한냉 농양이라고 부른다.

라. 임상 증상

(1) 전신적 잠행성 미열, 식욕 부진, 체중 감소, 야간 발한, 피곤, 빈혈

- (2) 국소 관절에는 활막염에 의한 종창, 열감, 정도의 동통, 압통
- (3) 시간이 경과시 관절 운동 제한 및 관절 구축, 관절 변형

마. 치료

(1) 보존적 치료

- (가) 안정, 생활 환경의 개선, 영양 보완, 견인 석고를 통한 병소의 고정 및 항결핵제 투여
- (나) 소아에서는 보존적 치료가 더 바람직하다.

(2) 수술적 치료

- (가) 농양과 괴사조직을 제거한다.
- (나) 목적 : 항결핵제의 투과효과를 증가시켜서 치료를 보다 효율적으로 할 수 있다. 제거된 조직을 통하여 정확한 진단을 할 수 있다.

5. 류마토이드 관절염(Rheumatoid arthritis)

가. 서론

류마토이드 관절염은 여러 기관을 침범하는 가장 흔한 만성적인 염증성 질환의 하나로 대표적인 자가 면역 질환으로 생각되고 있다. 다양한 전신 증상이 나타나기도 하나 본 질환의 대표적인 특징은 대칭적으로 말초 관절을 침범하는 지속적인 염증성 활액막염이다. 활액막의 염증 및 증식으로 관절액이 증가되며 관절의 부종과 동통을 초래하여 진행되면서 증식된 비정상적인 활액막과 2차로 발생한 육아조직에 의하여 관절의 연골 및 골, 그리고 관절 주위조직이 침투되고 파괴되어 관절의 강직이나 변형이 속발될 수 있다.

나. 발생빈도 및 역학

전체 인구의 약 1-2%로 알려져 있으나 국내에서는 이 질환에 대한 역학적 조사가 미흡하다. 발병은 어느 나이에서도 일어날 수 있으나 나이가 증가할수록 유병률은 증가하여

30-50세에 가장 흔하다. 대개 남녀 비는 1 : 3-4로 여성에서 호발하나 나이가 들수록 남녀비의 차이는 줄어든다.

다. 원인

직접적인 원인은 규명되지 않았으나 환경적인 요인과 유전적인 소인들이 복합적으로 작용하여 관절염이 발생하는 것으로 추정되고 있다. 이러한 원인에 대하여 면역조절기전의 이상이 초래되고 만성염증이 특히 관절을 중심으로 지속되어 관련된 세포, 즉 임파구, 대식세포, 섬유화 세포 등에서 분해된 각종 cytokine과 단백 분해 효소를 비롯한 다양한 염증 유발 인자에 의하여 조직의 손상이 지속적으로 일어난다고 인정되고 있다.

라. 병리 및 발병기전

류마티오이드 관절염 특유의 조직학적 특징은 활액막의 비후와 활액막 조직이 판누스(pannus)를 형성하여 관절연골의 미란과 연골하 골의 손상을 일으키는 것이다. 이러한 현상의 직접적인 원인은 밝혀지지 않았지만 초기의 소견은 미세혈관의 손상과 조직의 부종, 활막세포의 증식과 주로 모세혈관 정맥주위의 임파구의 침윤이다.

마. 진단

최근에 이르러 류마티오이드 관절염이 관절에만 국한되지 않은 자가 면역성 질환으로 생각되고 치료약물이 면역억제제 및 항암제까지 도입하는 등 강력해짐에 따라 진단의 중요성이 대두되고 있다. 1987년 미국 류마티오이드 학회에서 개정되어 제시된 진단기준 7개 항목 중 4개 이상이 나타나고 관절염 증상이 적어도 6주 이상 경과된 경우를 류마티오이드 관절염이라 진단한다. 이 7개 항목 중 바) 및 사) 항목 이외의 5개항은 의사의 문진과 이학적 검사에 의하여 진단이 가능하므로 유의해야 한다.

- (1) 수면후 강직
- (2) 세 관절 이상의 종창
- (3) 수부 관절들의 종창
- (4) 대칭성 종창
- (5) 류마티오이드 결절

(6) 혈청 류마토이드 인자

(7) 방사선적 변화

바. 임상소견

류마토이드 관절염의 발현양상은 매우 다양하여 여러 관절이 갑자기 부종, 동통 등급성 관절염의 소견을 보이는 경우에서부터 몇 개월 또는 몇 년에 걸쳐서 서서히 관절강직과 변형을 초래하는 것에 이르기까지 그 차이가 심하다.

손의 근위지간 관절, 중수 수지 관절, 주관절, 견관절, 슬관절 및 중족 족지 관절 등이 초기에 증상을 나타내며 근골격계 증상에 이어 권태감, 피로감, 미열 등이 동반되기도 한다. 진행됨에 따라 관절의 부종 및 종창, 압통, 운동 제한, 기능소실이 따르게 된다. 고관절, 족근 관절, 경추 등도 자주 이환되며 측두 하악 관절, 흉쇄 관절 등도 간혹 침범되는데, 다른 관절 질환에 비하여 대칭적인 관절 침범이 매우 특징적인 소견이나 항상 양측을 침범하는 것은 아니다.

또한 관절내 염증은 관절 연골뿐만 아니라 인대 건막 및 건 등 주위 조직의 파괴, 근육의 쇠약 및 위축으로 인한 불균형, 건의 구축 등을 일으켜 관절의 변형이나 아탈구 등이 나타나게 한다. 또한 피하결절과 더불어 근육내에서도 결절을 보일 수 있고 간혹 비장 및 입과 결절의 비대도 보인다.

이 질환은 만성적인 경과를 보이며 증상의 완화와 악화가 순환을 보이는 경우가 대부분이다. 임신 중이거나 황달이 있는 경우에는 증상이 호전되는 등 전신적인 상황에 따라 증상의 경중이 다른 것으로 알려져 있다.

사. 치료

류마토이드 관절염은 앞에서 언급한 바와 같이 뚜렷하게 원인이 규명되지 않았고 발생 기전 및 병태 생리도 연구되고 있으며 따라서 예방법이나 질환의 발생 시 근치시킬 수 있는 방법은 없다.

최근에 의학의 발전과 약물의 개발로 과거에 비하여 대단히 향상된 치료결과가 보고되고 있으나, 엄격하게 말하면 효과적인 치료법이 개발되지 못한 상태이다.

류마토이드 관절염 환자가 장기간의 치료를 이겨내고 일상생활을 궁극적으로 영위하게

하기 위해서는 환자가 본 질환의 성질을 잘 이해할 수 있도록 배려하고 정신적으로도 건강할 수 있도록 유도해야 하며 약물 치료로 조절될 수 도 있다는 인식을 심어주는 것이 중요하다.

(1) 류마토이드 관절염의 치료 원칙

- (가) 통증을 억제하여 가능한 한 오래 동안 환자가 그의 일상 생활에 적극적으로 참여하게 한다.
- (나) 본 질환이 활동적으로 진행되는 동안 염증 현상을 억제하여 관절이나 근육, 그리고 건 등의 파괴속도를 최대한 늦추고 기능 소실을 최소화하여 정상 생활로 복귀시킨다
- (다) 본 질환의 진행되는 과정을 바꾸어서 진행을 정지시키거나 단기간 동안 경하게 진행하도록 하는 것이다.

(2) 류마토이드 관절염의 치료 목적

- (가) 우선 환자에게 본 질환을 충분히 이해시키는 것이다.
- (나) 염증 반응을 최소한으로 줄임으로써 환자가 느끼는 자발통을 줄이고 관절의 파괴와 강직 및 변형을 방지하여 관절 기능을 유지시키며 관절운동의 능동적 힘이 되는 근력을 유지 시키는 데 있다고 볼 수 있다.

이러한 목적을 위하여 강조되어야 할 사항 중 하나가 조기 치료의 중요성이다. 류마토이드 관절염은 발병후 2년 이내에 약 60-70%에서 골미란이 발생하고 일단 관절의 파괴가 진행되면 이를 억제시키기가 쉽지 않다.

약물 요법 이전의 적절한 영양의 공급, 물리 치료 및 휴식 등도 염증의 치료에 도움이 된다. 관절의 급성 염증이 있을 때는 심한 운동은 좋지 않고 우선 휴식이 권장된다. 그러나 장기간 전혀 운동을 하지 않으면 관절의 강직, 근육의 위축 등이 따르게 되어 운동 능력이 감소하게 되므로 적절한 정도의 운동이 유리하다.

그리고 특정한 부위에서 불구 상태의 발생이 필연적일 것으로 예상되는 경우에는 물리 치료나 부목 고정, 활액막 제거술 등 수술적 가료를 시행하여 일정 기간 동안 변형을 예

방하는 것이 특정 부위에 대한 치료가 될 수 있다. 그리고 이미 불구나 변형이 초래된 환자에서 보조적인 방법으로 관절 고정술이나 관절 성형술 등의 수술이 시도 될 수도 있다.

치료는 약물 치료, 기타 보존적 치료, 그리고 수술적 치료로 나누어 기술하는 것이 편리하다. 그러나, 실질적 의미에서 약물 치료를 제외하면 남은 치료법은 염증을 줄이는 방법이 아니기 때문에 필수 불가결한 치료 방법이라고 할 수 없다. 또한 소염진통제의 투여도 질병의 활동이 활동적인 경우에만 필요하다.

아. 석고 부목

염증이 있는 관절을 석고 부목을 사용하여 고정시켜 줌으로써 동통의 완화와 염증의 보다 신속한 감소를 기대할 수 있다. 고정 시에는 류마티오이드 관절염에서 흔히 발생하는 관절의 강직의 형태와 어떤 특정 부위에서 발생하기 쉬운 변형을 고려해야 한다.

따라서 관절의 고정 위치로는 기능적 위치에서 변형이 발생하기 쉬운 방향의 반대쪽으로 약간 치우친 위치가 권장될 만하다.

(1) 고정시 흔히 사용되는 관절의 위치

(가) 전관절 : 45도 외전과 45도 굴곡 위치

(나) 주관절 : 70도 굴곡과 15도 회외전 위치

(다) 수근 관절 : 30도 후방 굴곡 위치

(라) 수지 : 중수 수지 관절에서 45도 굴곡 위치

지간 관절에서 10-20도 굴곡한 위치가 바람직하다.

(마) 척추 : 최대 신전위

(바) 하악 : 최소 2.5 cm 입이 열린 상태

(사) 고관절 : 5도 굴곡위와 5도 외전 및 중립 회전한 상태

(아) 슬관절 : 5도 굴곡 위

(자) 족관절 : 90도 굴곡위인 기능적 위치에 가까운 위치로 고정

자. 관절의 운동

관절의 운동을 유지하고 강직을 예방하기 위해서는 부목을 벗기고 하루에 몇번씩 운동을 할 수 있도록 제거가 가능한 부목을 사용하는 것이 좋다. 자율적인 운동이 어려운 경우에는 더운 찜질이나 Hubbard tank에서 보다 용이하게 운동을 시킬 수 있다. 또한 고정되어 있는 동안에도 고정된 위치에서 등척성(isometric) 근육 운동을 시켜서 근육의 약화와 근 위축을 방지하여야 한다. 하지에서 불안정한 관절에 갑작스런 체중 부하를 허용하면 관절의 부종, 근육 약화, 관절 불안정을 유발하여 오히려 증상을 악화시킬 수 있다. 따라서 보행이 어려운 환자일 때에는 부목을 제거한 동안에 저항운동(resistive exercise)을 시켜 근육의 향상을 도모해야 하는데 이후 보행시 관절의 안정성 유지에 도움이 될 수 있다.

차. 수술적 치료

수술은 류마티오이드 관절염의 일반적인 치료법은 아니다.

국소변형이 심하여 일상생활의 영위에 지장이 있는 경우 그리고 활액막의 증식이 심하여 이로 인한 관절의 파괴를 피할 수 없는 경우에 시행하는 제한적이고 국소적인 치료 방법이다.

그러나 수술적 치료가 너무 지연되어서는 안된다. 한 관절의 변형이 이차적으로 인접관절의 변화를 초래하여 심한 고정된 변형을 유발할 수 있다. 따라서 인접관절의 변형이 발생하기 이전에 예방적으로 시술하는 것이 바람직하다.

(1) 수술의 목적

- (가) 동통의 완화
 - (나) 연골이나 건의 파괴를 방지
 - (다) 관절의 기능을 향상시켜줌으로써 일상생활에 복귀
 - (라) 수술 시행 시기
- 가급적 질병의 활성 시기를 피하여 하는 것이 좋다.

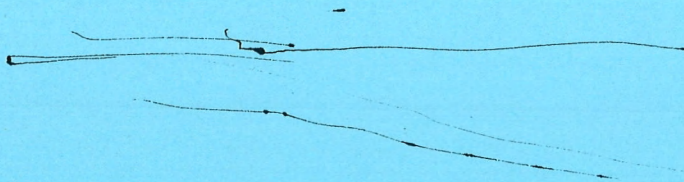
(2) 수술의 종류

(가) 관절의 파괴를 예방하기 위한 것

(나) 관절의 형태를 심각하게 변형시키지 않는 상태에서 관절의 운동 범위를 늘리기 위한 것

(다) 완전히 파괴된 관절에 대한 구제술로서 인공관절 치환술이나 관절 고정술

재활 치료학



나은우(아주의대 재활의학과 교수)

杯盤豆粒

제 1 장 물리치료(Physical therapy)

1. 물리치료란 ?

물리치료란 열, 광선, 전기, 물, 초음파, 운동 등의 여러 가지의 물리적 요소를 이용하여 신경근골격계의 병변을 치료하는 것으로 중요한 재활의학적 치료의 하나이다.

2. 물리치료의 목적

물리치료를 시행하는 목적은 (1) 통증의 제거, (2) 근력의 유지와 근력 강화 및 협동 운동의 향상, (3) 관절운동범위의 유지 및 증가, (4) 근경축 및 경직의 감소, (5) 부종 생성의 억제 및 흡수 촉진, (6) 관절의 구축 및 변형의 예방 및 교정, (7) 보행훈련 및 이동 능력의 증진, (8) 하지 의지 장착 훈련 및 휠체어 보행 훈련 등 이다.

3. 평가 방법

가. 근력 검사(Muscle strength test)

Lovette가 시작한 도수근력검사법(manual muscle test)을 가장 많이 사용하며, 중력과 저항, 관절운동범위의 세가지로 검사하는 방법이다. 이때 근 긴장도(muscle tone), 통증, 관절 구축등도 같이 기술하는데 이런 경우에는 근력을 정확하게 평가하기가 어렵다(표 1).

[표-1] 도수근력 평가표

정도 표시		근 력	정 의
Normal	5	100%	중력과 충분한 저항하에서 능동적 정상 관절운동 가능
Good	4	75%	중력과 어느 정도의 저항하에서 능동적 정상 관절운동
Fair	3	50%	중력을 이기고 능동적 관절운동 가능
Poor	2	25%	중력 제거상태에서 능동적 관절운동 가능
Trace	1	10%	근수축은 가능하나 능동적 관절운동은 불가능
Zero	0	0%	근육 수축의 증거가 없음

* Fair 등급은 장애 평가의 기준

나. 관절운동범위 측정

각도기(goniometer)를 사용하여 각 관절의 운동범위를 측정한다. 전기 각도기(electrogoniometer)를 사용하면 보다 정확하게 측정할 수 있다.

다. 신경계 기능 검사

의식상태, 지적 능력과 같은 정신 상태에 대한 검사, 심부 건반사, 병적 반사, 아동에서 나타나는 원시 반사 유무 등에 대한 반사 검사, 근육의 긴장도, 조절능력(coordination), 불수의적 운동, 실행증, 평형 기능 등에 대한 운동계 기능검사를 시행한다.

라. 감각 검사

촉각, 온도감각, 통각, 관절의 위치감각, 고유수용체감각(proprioception) 등에 대하여 평가한다.

마. 일상 생활 동작 검사

일상 생활에서 시행하는 모든 동작에 대하여 평가하여 장애 정도를 측정한다. 침상에서 구르기, 일어나 앉기, 앉은 자세에서 균형 잡기등의 침상 동작(bed activities), 침대에서 의자나 휠체어로, 휠체어에서 목욕실로 등의 다른 장소로 이동하는 이동 동작(transfer activity), 앉았다가 일어서기, 서서 균형 잡기, 평지 걷기, 계단 오르내리기 등의 보행

동작(ambulation), 그리고 휠체어를 이용하는 모든 동작에 대하여 평가한다.

4. 물리치료의 종류

가. 온열 치료 (Heat therapy)

(1) 종류

- 1) 표재성 열치료기: 온습포(Hot packs), 온열 램프(Heat lamp), 적외선(Infrared))
- 2) 심부 열치료기: 초단파(Shortwave diathermy), 극초단파(Microwave diathermy), 초음파(Ultrasound)

(2) 생리적 효과

국소 조직에 열을 가했을 때에 나타나는 생체반응 중 치료와 관련있는 생리적 효과에는 진통작용, 결합 조직(collagen tissue)의 신장도 증가, 근 경축(muscle spasm)의 감소, 관절의 강직 완화, 부종 및 혈종의 흡수 촉진등이 있다.

(3) 적응증

동통, 근 경축(muscle spasm), 관절 구축, 긴장성 근육통(tension myalgia), 혈류 촉진, 혈종 흡수, 점액낭염(bursitis), 건초염(tenosynovitis), 섬유조직염(fibrositis), 표재성 혈전성 정맥염(superficial thrombophlebitis), 반사성 혈관 확장 유도시, 콜라겐 혈관 질환 등.

(4) 금기증

치료기구의 종류, 환자의 나이 및 전신 상태, 발병 시기, 병변의 부위 및 정도에 따라서 달라진다. 외상후 48시간 이내, 혈액순환장애 부위, 출혈성 질환, 감각신경 마비 부위, 유아 및 노인, 의사표시를 하기 어려운 정신 질환자, 급성 화농성 염증, 생식기 및 임신부의 태아부, 성장하는 어린이의 골 성장판, 악성 종양 부위 등이 금기증에 속한다.

나. 한냉 치료(Cold therapy, Cryotherapy)

(1) 종류: 냉습포(Ice pack), 얼음주머니, Ice bar, Ice jet stream 등

(2) 생리적 효과: 부종생성의 감소, 진통작용, 근 경축 및 경직의 감소 등

(3) 적응증

근골격계 동통을 유발하는 병변, 외상 직후, 화상 및 수술 부위, 근 경축 및 경직, 일부의 관절염 및 활액낭염 등

(4) 금기증

한냉 불내성(cold intolerance), 한냉에 과민반응이 있는 환자, 레이노이드(Raynaud) 현상 및 레이노이드 질환, 혈액순환 장애자, 열에 대한 감각이 소실된 경우, 유아 또는 노인 등

(5) 열치료와 냉치료의 비교

- 1) 관절이나 골격계의 병변으로 인한 이차적인 근육 경련은 열, 냉치료 모두에 의해서 호전될 수 있다.
- 2) 근육 경련으로 인한 통증은 열, 냉치료 모두에 의해서 호전될 수 있다.
- 3) 혈류량은 열치료를 의해서 증가되고 냉치료를 의해서 감소된다.
- 4) 외상으로 인한 부종은 냉치료를 의해서 감소되고, 열치료를 의해서 증가된다.
- 5) 화상은 열치료를 의해서 악화되고 냉치료를 의해서 호전된다.
- 6) 관절 강직은 열치료를 의해서 호전되나 냉치료를 의해서 악화된다.

다. 전기 치료(Electrotherapy)

(1) 종류

1) 통증완화를 위한 전기 치료

경피적 신경 자극 치료(TENS: Transcutaneous electrical nerve stimulation therapy),
간섭파 치료(ECT: Interferential current therapy)

2) 근위축 방지를 위한 전기치료

전기 자극 치료(EST: Electrical stimulation therapy)

3) 기능 향상을 위한 전기치료

기능적 전기 자극 치료(FES: Functional electrical stimulation)

4) 전기 영동법에 의한 약물 치료(Iontophoresis)

(2) 생리적 효과

бат데리에 의해 발생하는 갈바닉 전류(galvanic current)와 교류에 해당되는 파라디 전류(faradic current) 등 용도에 따라 여러 모양의 전류를 이용하여 치료에 이용한다. 관문 조절설(gate control theory)과 중추신경계 엔돌핀의 작용에 의하여 전기자극을 가한 부위의 통증이 감소되며, 탈신경된 근육에 작용하여 근 위축을 방지시킬 수 있으며, 상부 운동신경 질환 환자의 마비근을 훈련시켜 경직 감소, 근섬유의 비후, 근 수축력의 증가 등의 효과를 얻을 수 있다.

(3) 적응증

- 1) 경피적 신경 자극 치료는 급성 및 만성 통증을 일으키는 여러 질환의 치료에 사용한다.
- 2) 전기 자극 치료는 장기간 사용하지 않았거나 손상을 받은 근육에 사용하여 움직이지 못하는 동안 근력을 유지하기 위하여 사용될 수 있으며, 탈신경된 근육에 사용하여 근 위축을 방지시켜 줄 수 있다.
- 3) 기능적 전기 자극 치료는 뇌졸중이나 외상성 뇌손상으로 인한 편마비 환자에서 족하수를 막기 위하여 보행시 사용할 수 있으며, 마비가 온 손의 잡기(palmar grasp)와 쥐기(lateral grasp)의 동작을 유발하기 위해서 사용하기도 하며, 제4 흉수에서 제12 흉수 사이의 척수손상으로 인한 양하지마비 환자에서 하지의 경직 감소, 의자에서 일어서기, 보조기 없이 서 있기, 보행 등의 목적으로 사용할 수 있다.

- 4) 전기 영동법(Iontophoresis)에 의한 약물 치료는 여러 피부, 근골격계 및 신경계 질환에 이용되며, 주로 다한증과 통증 치료 및 국소적으로 약물치료가 필요한 피부 질환에 이용된다.

(4) 금기증

경피적 신경자극치료의 경우 감각저하 부위, 인공 심장 박동기 사용자, 경동맥 부위, 인후, 임신중인 자궁위나 태아, 정신질환자, 안구 부위 등에는 사용하지 않는다.

라. 수 치료(Hydrotherapy)

(1) 종류

증기욕(Steam bath), 파라핀욕(Paraffin bath), 와류욕(Whirlpool bath), 교대욕(Contrast bath), 전신욕(Whole body bath), 하바드 탱크(Hubbard tank), Pool therapy, 유동 치료(Fluidotherapy) 등

(2) 생리적 효과

수치료는 물을 방출하며 회전시켜 대류 온열 효과와 마사지, 표피 피사 조직의 제거 등의 효과를 얻을 수 있으며, 표재성 온열치료 기구에 속한다. 수치료에서는 물의부력과 저항을 이용하여 물속에서 운동치료를 함께 시행함으로써 관절운동범위 증진과 근력 강화 등의 효과도 함께 얻을 수 있다.

(3) 적응증

화상, 류마치스성 관절염을 비롯한 각종 관절염 환자, 광범위한 긴장성 근육통, 근 경련, 견관절-수부 증후군(교대욕을 주로 이용), 수부관절운동장애(파라핀욕을 주로 이용), 피부 경화증, 편마비 및 사지마비, 켈렌바레 증후군등의 근력 약화를 가진 환자들에게 사용한다.

마. 레이저 치료(Laser therapy)

(1) 종류

물리치료에서 이용되는 레이저는 저에너지 레이저이다. 대표적인 것에는 He-Ne 레이저(파장 632.3nm)와 Ga-As 적외선 레이저(파장 904nm)가 있다.

(2) 생리적 효과

신경 활성의 증가, 손상된 말초신경 기능의 증가 및 측부신경 형성의 촉진, 표층 혈관 형성의 증가, 상처부위의 치유의 증가, 골절 치유의 증가, 부종의 감소 등이 있으나 아직 논란이 많다.

(3) 적응증

창상의 치유, 항염증반응, 류마치스 관절염, 퇴행성 관절염, 건초염, 요통, 경부통, 기타 동통 등.

바. 역학 치료(Mechanotherapy)

(1) 종류

- 1) 척추 견인치료(Traction): 기계적 견인, 간헐적 견인, 중력에 의한 견인
- 2) 척추 수동운동(Spinal manipulation)
- 3) 마사지(Massage): 두드리기(stroking), 활주법(gliding), 주무르기(kneading), 가볍게 두드리기(percussion), 마찰법(friction) 등의 방법이 있다.

(2) 생리적 효과

척추 견인치료의 경우 척추 간격의 증가, 추간공의 확대, 근 이완등의 효과를 얻을 수 있다. 마사지의 생리적 효과는 혈액순환 촉진, 부종 감소, 근육 이완 및 전신적 이완, 정신적 안정, 연조직 유착 박리, 통증 완화 등의 효과가 반사 효과와 기계적 효과에 의해 나타난다.

(3) 적응증

- 1) 척추 견인치료: 신경근병변, 추간판탈출증, 근 경축 등으로 인한 통증 환자
- 2) 척추 수동운동: 특별한 금기증이 없는 한 척추 운동범위 감소가 있는 요부 및 경부의 모든 척추부 통증에 적용이 가능하다.
- 3) 마사지: 가) 타박, 염좌, 좌상, 골절, 탈구, 건 및 신경 손상후 회복기, 나) 관절염, 관절주위염, 신경염, 섬유조직염, 건초염, 기타 요통 등, 다) 안면마비, 편마비, 하지마비 등 각종의 마비 부위에 사용할 수 있다.

(4) 금기증

- 1) 척추 견인치료: 경추인대 불안정성, 척추기저동맥계 질환, 척수병증(myelopathy), 척추 종양, 중등도 이상의 골다공증, 고령의 환자, 척추와 지지조직의 염증, 임신, 심한 불안증 환자, 견인을 위한 흉부 복장(chest harness) 등을 착용하지 못하는 폐질환자 등.
- 2) 척추 수동운동: 척추의 악성 종양 및 염증성 질환, 마미신경총 증후군, 척수손상, 신경근병변(radiculopathy), 척추관절이 불안정한 경우, 척추 기형이나 변형, 전신 항응고제 사용, 중증 당뇨병, 심한 퇴행성 관절염, 골다공증. 과도한 척추의 운동범위가 있는 질환, 임신부 등.
- 3) 마사지: 악성 종양, 개방창, 혈전성 정맥염, 조직 감염, 항응고제 사용, 석회화된 연조직, 영양성 변화(trophic change)가 있는 피부, 이식 피부, 활액낭염(bursitis), 전신적 허약자, 노인 또는 어린이 등

사. Pneumatic Compression Therapy: 부종, 림파부종 등에 사용.

아. 운동치료(Therapeutic Exercise)

(1) 근수축의 종류

등척성운동(Isometric exercise), 등장성운동(Isotonic exercise), 등속성운동(Isokinetic exercise)

(2) 운동치료의 종류

수동적운동(Passive exercise), 능동보조적운동(Activeassistive exercise), 저항운동(Resistive exercise), 능동적운동(Active exercise), 신장운동(Stretching exercise)

(3) 운동치료의 목적:

- 1) 근력 강화를 위한 운동: 최대 저항을 주고 운동하도록 한다. 등척성 저항운동(최대 저항으로 6초간 수축을 1일 5회 반복)과 등장성 운동에 의한 점진적 저항운동(근력의 증가에 따라 점차로 저항 증가)이 있다.
- 2) 근 지구력 증진을 위한 운동: 대개 최대장력의 15-40%의 저항을 준 상태에서 근육의 피로가 나타날 때까지 반복운동을 실시한다.
- 3) 관절운동범위 증진을 위한 운동: 마비가 온 부위는 수동적으로 전운동범위를 2회 이상, 하루 3-5회 실시하여 관절구축을 예방하며, 이미 관절구축이 온 부위는 신장운동을 하여서 관절운동범위를 증가시킨다.
- 4) 근 협동운동증진을 위한 운동: 협동운동은 중추신경계는 물론 국소적으로 근력, 관절의 안정 및 운동범위가 정상이어야 한다. 심한 근피로나 동통이 있으면 협동운동은 잘 이루어지지 않는다. 이러한 조건을 갖추고 단순한 동작을 반복시켰을때 이루어진다.
- 5) 근 이완을 위한 운동
- 6) 호흡운동치료, 심장재활을 위한 운동치료 등

(4) 운동의 효과

1) 즉시 나타나는 효과

가) 심혈관계의 효과: 초기에는 심박수, 심박출량, 혈압의 증가, 근육 혈관의 확장으로 혈류량 증가, 정맥 환류의 증가 등이 나타나고, 운동이 일정한 정도로 지속되면 심박수, 혈압, 심박출량은 일정하게 유지되며, 운동 정지후 다시 정상 상태로 환원.

나) 호흡기계: 효과: 호흡수의 증가

다) 내분비계: 인슐린 분비의 감소 등

라) 근육통(muscle soreness): 운동후 48시간에 최고조에 도달함.

2) 오랜 기간의 적응 후에 오는 훈련의 효과

가) 근력 증가 훈련의 효과: 주된 근육의 비후, 근육대사능력의 증가, 골의 강도와 골밀도 증가, 근육내 결합조직의 증가, 힘줄과 인대가 강해진다.

나) 지구력 훈련의 효과: 근육에서는 산화대사 능력이 증가하고, 심혈관계에서는 휴식기의 심박수의 감소, 심박출량의 증가, 좌심실의 이완기말 용적의 증가, 혈액 용적과 혈색소의 증가가 일어난다. 최대 호흡능력이 증가하고 내분비계에서는 호르몬의 운동에 대한 반응 폭이 좁아지고 혈당 조절능력이 향상되며, 체온조절 능력이 향상된다.

제 2 장 작업치료(Occupational therapy)

1. 작업치료란 ?

작업치료란 치료목적이 있는 동작이나 활동을 선택하여 환자가 이 활동을 통하여 건강을 증진시키고 유지시키며, 장애를 예방하고 행동을 평가하며, 신체적 또는 정신사회적 기능 장애를 가진 환자를 치료하거나 훈련시키는 기술이며 과학이다(미국 작업치료사 협회). 작업치료는 신체적, 정신적 장애를 향상시키기 위하여 시행하는 치료적 활동으로 대부분 작업(Work)과 운동, 그리고 놀이(play)를 통하여 이루어지고 있으므로 치료라기 보다는 훈련적인 요소가 많으며 환자의 필요에 따라 여러 종류의 치료적 보조기구나 장비를 사용하기도 한다. 따라서 작업치료에서는 일상 생활을 영위하는데 필요한 상지 기능의 향상에 역점을 두게 된다.

2. 작업치료의 목적

- (가) 건강의 유지
- (나) 질병과 장애의 예방
- (다) 행동과 기능의 평가
- (라) 남아있는 신체적 또는 사회정신적 장애의 예방 및 최소화
- (마) 신체기능의 회복의 촉진 및 재원기간의 단축
- (바) 각자에게 알맞는 삶으로의 복귀 도모

3. 작업치료학적 평가

가. 지남력(orientation), 개념화(conceptualization) 및 인지 통합 능력의 등의 인지능력 선별 검사 시행

나. 감각통합적 평가(Sensory integration evaluation)

신경학적 검사를 통하여 외수용 감각, 고유수용체 감각, 대뇌 피질성 감각 등의 감각 인지(sensory awareness) 상태와 시각 인지(visual awareness), 신체부위 무시(body neglect) 등을 검사한다.

다. 반사 검사(Reflex test)

심부 건반사(deep tendon reflex), 병적 반사(pathologic reflex), 원시 반사(primitive reflex), 지지 반응(supporting reaction), 정위 반사(righting reflex), 평형 반응(equilibrium reaction) 등

라. 근력 검사

(1) 도수근력검사법

(2) 손의 근력 측정시에는 악력계(dynamometer: 악력 측정), 파악력계(pinch gauge: 측면 파악 및 삼점 파악력 측정)를 이용한다.

마. 관절운동범위 측정

바. 운동조절능력 검사

근 긴장도(hypotonia, hypertonia, spasticity, rigidity), 근육의 협조성 등에 대하여 평가한다.

사. 기능 검사

Jebsen 손기능 평가, O'Conner test 등을 이용하여 손의 섬세한 기능을 평가할 수 있으며, 환자가 피로가 나타나지 않으면서 작업을 지속할 수 있는 시간을 측정하여 지구력에 대해 평가할 수 있다.

아. 일상생활동작(Activities of Daily Living, ADL) 수행능력의 평가

여러 가지 표준화된 검사도구를 이용하여 식사 동작(eating activities), 개인 위생 및 용변 동작(toilet activities), 착탈의 동작(dressing activities) 등의 자립 동작(selfcare activities)에 대한 평가, 침상 동작(bed activities), 이동 동작(transfer activities), 보행 동작(ambulation and elevation activities), 휠체어 동작(wheelchair activities) 등에 대하여 평가하며, 이외에도 필요에 따라서 교통수단을 이용하는 동작(travelling activities), 가사 활동(homemaking activities), 기타 손으로 하는 특수활동(miscellaneous hand activities) 등에 대하여 평가하기도 한다. 평가 도구로는 PULSES profile, Modified Barthel Index (표 2), Katz Index, Functional Independence Measure(FIM)(표 3) 등이 주로 사용된다.

[표-2] Modified Barthel Index

Independent		Dependent		일상 생활 동작
I Intact	II Limited	III Helper	IV Null	
10	5	1	1	컵으로 물 먹기 / 접시 위의 음식 먹기
5	5	3	0	상의 입기
5	5	2	0	하의 입기
0	0	-2	0	보조기나 의지 착용하기
5	5	0	0	몸차림 하기
4	4	0	0	세수 하기 또는 목욕 하기
10	10	5	0	소변 처리
10	10	5	0	대변 처리
4	4	2	0	회음부 위생 / 화장실에서 옷 입기
15	15	7	0	의자로 옮겨 앉기
6	5	3	0	화장실 변기로 옮겨 앉기
1	1	0	0	목욕탕 욕조로 옮기기
15	15	10	0	50미터 이상 걷기
10	10	5	0	1 계단 이상 층계 오르내리기
15	5	0	0	걸지 못할 때 휠체어로 50미터 이상 이동하기

자. 보조기, 의지 및 일상생활동작 훈련에 필요한 여러 종류의 보조장비 (self-helping devices)에 대한 평가 및 선택

차. 직업능력 검사

4. 작업치료적 접근 방법

(가) 생역학적 접근(Biomechanical approach)

(나) 신경-행동학적 접근(Neurobehavioral approach)

(다) 기능적 접근(Functional approach)

[표-3] Functional Independence Measure (FIM)

Level	7 Complete independence (timely, safely)	→ No helper
6	Modified independence (device)	
	Modified dependence	
5	Supervision	→ Helper
4	Minimal assist (subject = 75%+)	
3	Moderate assist (subject = 50%+)	
	Complete dependence	
2	Maximal assist (subject = 25% +)	
1	Total assist (subject = 0%+)	

Self Care	Sphincter Control	Locomotion	Social Cognition
A. Eating	G. Bladder Management	L. Walk/Wheelchair	P. Social Integration
B. Grooming	F. bowel Management	M. Stairs	Q. problem solving
C. Bathing			R. Memory
D. Dressing-Upper body	Mobility	Communication	
E. Dressing-Lower body	Transfer	N. Comprehension	
F. Toileting	I. Bed, Chair, Wheelchair	O. Expression	
	J. Toilet		
	K. Tub, Shower	* Total FIM (18-126)	

5. 작업치료의 종류

가. 기능적 작업치료(Functional occupational therapy)

- (1) 일상생활 또는 직업에서 필요한 신체 기능의 회복을 위한 작업치료
- (2) 지각-운동 장애의 훈련(Training for perceptual-motor dysfunction)
- (3) 의지 장착 훈련(Prosthetic training): 의지의 조절 및 사용 훈련
- (4) 보조기 사용 훈련(Orthotic training)

나. 일상 생활 동작 훈련 (ADL training)

- (1) 침상동작(Bed activities) 훈련
침상에서의 자세변환, 구르기, 일어나 앉기, 앉은 자세로 옮겨가기, 앉은 자세에서의 균형잡기 등에 대한 훈련
- (2) 자립 동작(Self-care activities) 훈련
식사 하기, 옷 입고 벗기, 세수 하기, 머리 빗기 등의 개인 위생 동작과 용변 처리하기 등에 대한 훈련
- (3) 휠체어 동작(Wheelchair(W/C) activities): W/C transfers, W/C management
- (4) 기타 손으로 하는 특수활동(Miscellaneous hand activities)
- (5) 보행 훈련(Ambulation and elevation activities)
- (6) 교통수단을 이용하는 동작(Travelling activities)
- (7) 가사 활동(Homemaking activities) 훈련: 요리하기, 설거지, 침구 정리, 다리미질, 청소 등의 집안 활동 훈련과 여러 가지 보조기구를 사용하여 필요한 기구 사용하

기, 효율적인 집안의 가구 배치하기 등에 대하여 교육한다.

- (8) 일상 생활 동작 훈련에 필요한 여러 종류의 보조장비(self-helping devices)를 선택하여 이를 적절하게 사용할 수 있도록 훈련한다.

다. 지지적 작업치료(Supportive occupational therapy)

정신과적 작업치료 또는 인지기능 증진을 위한 작업치료

라. 직업 가지기를 위한 작업치료(Pre- and vocational occupational therapy)

환자의 신체적 능력, 지적 능력, 교육 정도, 일에 대한 인내력 등 여러 면에서 종합적인 평가를 하여 환자가 흥미를 갖는 직업이 환자에게 적당한지를 판단하고, 직업에 필요한 부족한 기술이나 지구력 향상을 위한 작업치료를 제공하여 환자의 직업 복귀를 돕는다.

마. 구강내 자극훈련(Oromotor facilitation therapy)

바. 주거 환경의 장애물의 제거

장애인이 생활하기 편리하도록 가옥 구조를 변경한다. 휠체어를 사용하는 장애인의 경우에는 턱이 없는 비탈길(ramp)이 필요하고, 비탈길은 5도 이상 경사져서는 안되며, 난간이 있어야 한다. 방마다 문턱이 없어야 하며 방문의 넓이는 90 cm 이상 이어야 한다. 방문은 여닫이 문보다는 미닫이 문이 좋고, 조명과 창문 등도 환자에게 맞게 높이가 조절되어야 한다. 화장실과 욕실에는 손잡이를 달아서 이동에 도움을 주며, 거실이나 침실의 공간 배치에서는 불필요한 이동 동작을 가능한한 줄일 수 있도록 배치하되 휠체어의 방향을 바꾸기 위해 사방 1.2-1.5m의 공간이 필요하므로 이를 고려하여 배치하도록 한다.

6. 가정 프로그램의 교육과 추적 관찰

■ 참고 문헌

1. 김진호, 한태륜: 재활의학, 서울: 군자출판사, 1997, pp11-98
2. Basmajian JV, Wlof SL: Therapeutic exercise, 5th ed, Baltimore: Williams & Wilkins, 1990
3. Braddon RL: Physical medicine and Rehabilitation, Philadelphia: WB Saunders, 1996, pp401-464
4. Committee for the Study of Joint Motion, American Academy of Orthopedic Surgeons: Joint motion: Method of measuring and recording, Chicago: American Academy of Orthopedic Surgeons, 1965
5. Daniels L, Worthingham C: Muscle testing: Techniques of manual examination, 5th ed, Philadelphia: WB Saunders, 1986

6. Delisa JA, Gans BM: Rehabilitation medicine: Principles and practice, 3rd ed, Philadelphia: WB Saunders, 1998, pp137-165, pp483-554, pp611-634, pp697-744, pp887-904
7. Gersh MR: Electrophysiology in rehabilitation, Philadelphia: FA Davis Co, 1992
8. Hopkins HL, Smith HD: Willard and Spackman's occupational therapy, 8th ed, Philadelphia: JB Lippincott, 1993
9. Kottke FJ, Lehmann JF: Krusen's handbook of physical medicine and rehabilitation, 4th ed, Philadelphia: WB Saunders, 1990, pp20-60, pp285-519
10. Pedretti LW: Occupational therapy: practice skills for physical dysfunction, 4th ed, ST Louis: Mosby, 1996
11. Trombly CA: Occupational therapy for physical dysfunction, 4th ed, Baltimore: Williams & Wilkins, 1995
12. Turner A, Foster M, Johnson SE: Occupational therapy and physical dysfunction: Principles, skills and practice, 4th ed, New York: Churchill Livingstone, 1996

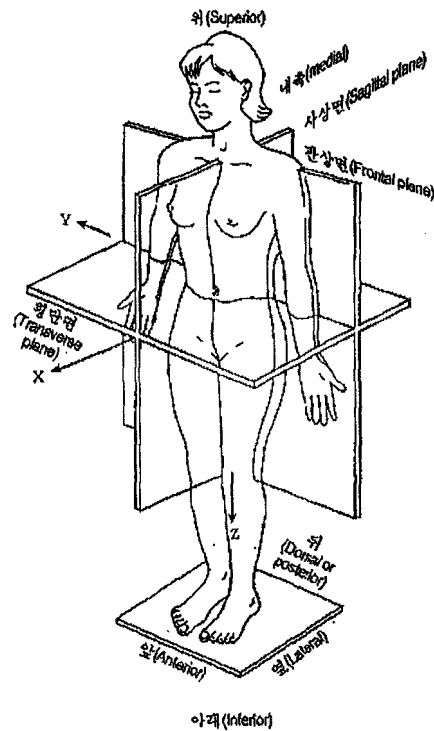
인체 운동학

김봉옥(충남의대 재활의학과 교수)

1. 기본적인 신체의 위치

가. 해부학적 자세

- (1) 바로 선 상태에서 발을 모으고 손바닥을 앞으로 향하고 팔은 나란히 하여 쪽 편 자세
- (2) 곱은 전방, 엉덩이는 후방, 머리는 상방, 발은 하방, 좌측과 우측의 여섯가지 방향을 설정한다.
- (3) 몸의 앞면을 복측(ventral), 후면을 배측(dorsal), 상방을 두측(rostral). 하방을 미측(caudal)이라고 하기도 한다.



해부학적 자세

2. 신체면과 운동의 축

가. 시상면(sagittal plane) : 몸의 부분을 좌우로 나누고 정중면이 중앙 시상면이 되고 몸을 좌측 반고 우측 반으로 나눈다.

나. 관상면(coronal plane) : 몸을 전부와 후부로 나눈다.

다. 횡단면, 수평면(transverse plane) : 몸을 상부와 하부로 나눈다.

3. 수동운동과 능동운동

가. 수동운동

- (1) 환자는 힘을 전혀 주지 않고 검사자에 의해 신체의 일부가 움직이게 되는 운동
- (2) 마비에 의해 환자 스스로는 전혀 움직이지 못할 때 관절운동범위를 유지하기 위해 사용한다.

나. 능동보조운동

- (1) 보조적인 힘으로 나머지 운동범위의 운동을 도와주게 되는 운동
- (2) 환자의 힘이 조금씩 증가하면서 능동적 운동이 생기지만 운동 범위의 전 범위를 움직이지 못할 때
- (3) 이때의 보조적인 힘은 검사자의 손으로 직접 가할 수도 있고 중력이나 물의 부력, 미끄럼판을 이용할 수 있다.

다. 능동운동

- (1) 자신의 근육을 움직임으로써 힘을 얻어 관절을 움직이는 운동
- (2) 초기에 수동운동을 했을 경우, 힘이 점점 증가할수록 보조가 필요 없게 되어 혼

자서도 관절운동 범위 전체의 운동이 가능해진다.

4. 관절운동의 표현

가. 굴곡과 신전(flexion & extension)

나. 외전과 내전(abduction and adduction)

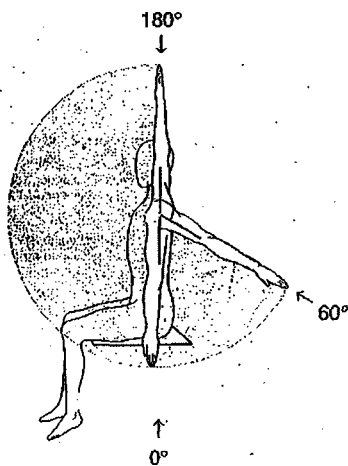
다. 외회전과 내회전(external rotation and internal rotation)

라. 회외와 회내(supination and pronation)

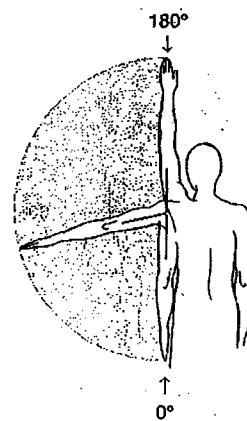
마. 배굴과 척굴(dorsiflexion and plantar flexion)

바. 척굴과 요굴(ulnar flexion and radial flexion)

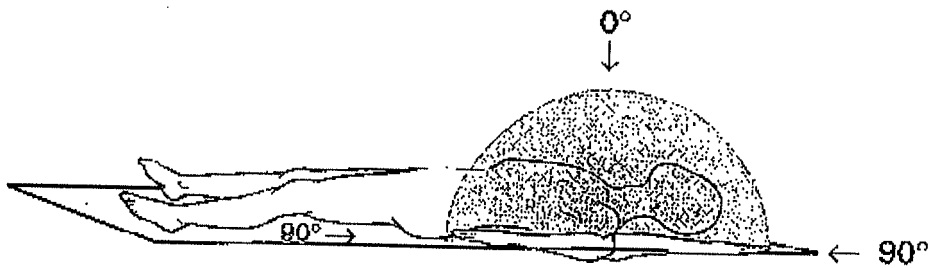
사. 대립(opposition)



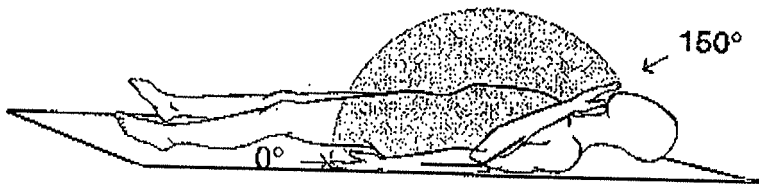
견관절 굴곡과 신전



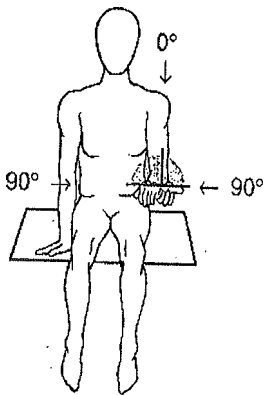
견관절 외전



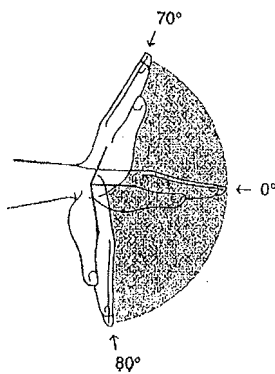
견관절 내회전/외회전



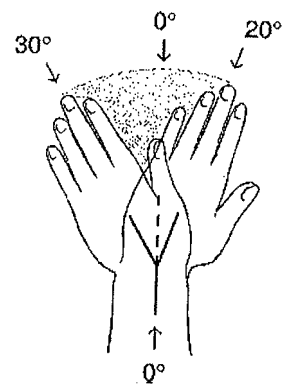
주관절 굴곡과 신전



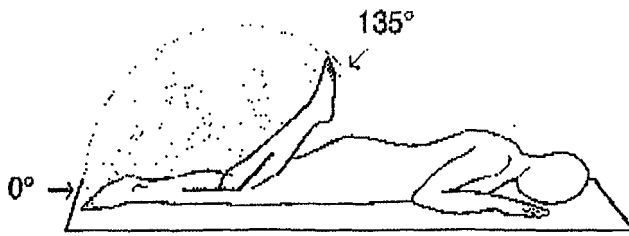
전완 회내 및 회외



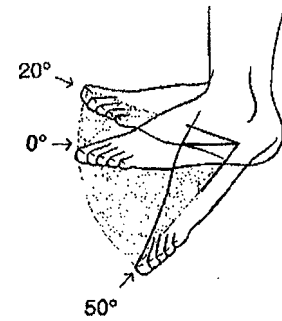
손목 굴곡 및 신전



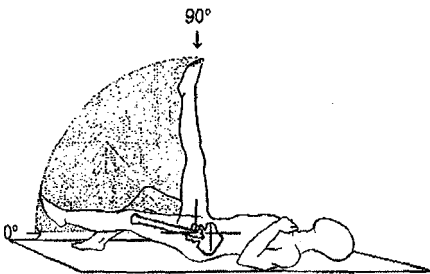
손목 요측/척측 변위



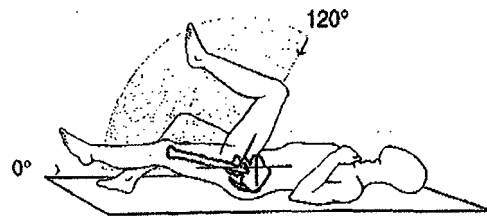
슬관절 굴곡



족관절 배측/족저 굴곡



고관절 굴곡



고관절 굴곡

5. 관절가동범위

가. 관절측정 방법

- (1) 관절운동의 측정은 각도기(goniometer)의 회전축을 신체의 중심에 맞춘다
- (2) 각도기의 고정자(stationary arm)를 중심에 되는 신체의 장축에 고정한다.
- (3) 각도기의 이동자(moving arm)을 움직이는 신체부위와 평행하게 이동시켜 관절과 연결된 지점(extremity)에 일치하게 고정시킨 후 운동범위를 눈금에 따라 읽는다.
- (4) 운동의 범위는 도(degree)로 기록하는데 각 관절마다 정상각도 범위가 측정되어 있다.

나. 관절운동범위 측정의 원칙

- (1) 해부학적 위치를 정위치로 한다.
- (2) 측정하는 방법으로는 해부학적 위치를 0° 로 하여 운동범위를 0° 에서의 편향 (deviation) 각도로 정하는 방법이 많이 쓰인다.
- (3) 모든 관절의 각도는 수동적인 관절운동범위를 측정하여 기록한다. 운동제한의 원인이 되는 긴장(tightness), 위약(weakness), 경축(spasm), 또는 구축(contracture) 등이 있는가를 검사하여 기록한다.
- (4) 측정할 때 양와위(supine)에서는 S로, 복와위(prone)에서는 P로 측정위치를 기록한다.
- (5) 모든 관절의 운동을 늘 측정할 필요는 없으며 관절운동범위가 환자의 병리적 혹은 기능적 진단이나 치료 계획에 필요한 경우에만 측정한다.
- (6) 자세 변화나 측정에 의한 오차를 줄이기 위해 측정관절의 근위부를 고정시킨다.

다. 상지 관절 운동 범위

관절명	관절운동	정상 관절가동범위	관절명	관절운동	정상 관절가동범위
견관절	굴곡	0-170	주관절	굴곡	0-150
	신전	0-60		신전	0-5
	외전	0-170	전완	회내	0-90
	내전	0		회외	0-90
	외회전	0-90	손목관절	굴곡	0-70 90°
	내회전	0-70		신전	0-80 90°
	수평내전	0-130		척측편위	0-30
	수평외전	0-40		요측편위	0-20

관절명	관절운동	정상 관절가동범위	관절명	관절운동	정상 관절가동범위
엄지	요측외전	0-60	손가락	MP 굴곡	0-90
	척측내전	0		MP 신전	0-15
	장측외전	0-90		PIP 굴곡	0-110
	장측내전	0		PIP 신전	0
	MP 굴곡	0-60		DIP 굴곡	0-80
	MP 신전	0-10		DIP 신전	0
	IP 굴곡	0-80			
	IP 신전	0-10			

라. 하지 관절 운동 범위

관절명	관절운동	정상 관절가동범위	관절명	관절운동	정상 관절가동범위
고관절	굴곡	0-90 0-120	하퇴	외회전	0-20
	신전	0-30		내회전	0-10
	외전	0-40	족관절	배측굴곡	0-15
	내전	0-35		족저굴곡	0-50
	외회전	0-45		외반	0-20
	내회전	0-45		내반	0-35
슬관절	굴곡	0-135			
	신전	0			

6. 도수근력검사(Manual muscle testing, MMT)

가. 근력검사의 특징

- (1) 근력검사에는 도수 근력 검사가 가장 많이 사용되는 방법으로 중력과 저항, 관절 운동범위의 세 가지로 검사하는 방법이다.
- (2) 도수 근력검사에서는 근 긴장도, 통증, 관절구축 등과 같이 기술한다.
- (3) 도수 근력검사에서 4등급이상에서는 민감도가 떨어지므로 근력계를 사용하여 근력을 측정하기도 한다. 흔히 쓰이는 근력계로는 등속성 근력계, 등척성 근력계 등이 있는데 이들을 통해 근력을 좀더 객관적이고 정밀하게 측정할 수 있다.

나. 도수근력검사 방법(표)

구 분			내 용
5	100%	Normal(N)	중력과 충분한 저항하에서 능동적 정상 관절운동
4	75%	Good(G)	중력과 어느 정도의 저항하에서 능동적 정상 관절운동
3	50%	Fair(F)	중력을 이기고 능동적 정상 관절운동
2	25%	Poor(P)	중력이 제거된 상태에서 능동적 정상 관절운동
1	10%	Trace(T)	수축은 가능하나 능동적 관절운동은 불가능
0	0%	Zero(Z)	근육 수축의 증거가 없음

다. 도수근력검사를 할 때의 주의사항

- (1) 체위: 피험자의 위치에 따라 측정하는 근육의 근력이 다르게 측정될 수 있으며 정확한 자세로 측정하는 것이 중요함.
- (2) 팔 다리의 위치 및 자세: 팔 다리의 위치와 자세를 해당 근육의 근력 정도에 따라 변경해야 함.

- (3) 명령어조: 피험자의 교육수준이나 청력, 의식상태, 전신 적인 상태에 맞게 명령을 내려야 근력을 정확히 측정할 수 있음.
- (4) 관절구축, 경직 등을 잘 관찰하여 기술하여야 함
- (5) Trick movement

라. 근력검사에 사용되는 주요 근육

(1) 상지 근육

(가) 견관절의 동작근

굴곡: 삼각근(deltoid), 극상근(supraspinatus), 대흉근, 상완이두근, 오혜완근(coracobrachialis)

신전: 광배근(latissimus 액나), 삼각근(deltoid), 대원근(teres major), 상완삼두근

외전: 삼각근, 극상근, 상완이두근

내전: 대흉근(pectoralis mahor), 삼각근

외회전: 극하근(infraspinatus), 소원근(teres minor)

내회전: 견갑하근(subscapularis), 대흉근, 광배근, 대원근

(나) 주관절의 동작근

굴곡: 상완이두근, 상완근(brachialis), 상완요골근(brachioradialis)

신전: 상완삼두근(triceps brachii)

(다) 손목관절의 동작근

굴곡: 요측 수근 굴근, 척측 수근 굴근

신전: 장요측 수근 신근, 단요측 수근 신근, 척측 수근 신근

(라) 손의 제 2-5 수지 중수관 관절(MP)의 동작근

굴곡: 충양근, 배측골간근, 장측골간근

신전: 지신근, 시지신근, 소지신근

(마) 손의 제 2-5 수지 근위지(DIP)와 원위지 관절(PIP)의 동작근

굴곡: 천지굴근, 심지굴근

수지 외전: 배측골간근, 소지외전근

수지 내전: 장측 골간근

(바) 엄지손가락의 MP, IP 관절의 동작근

굴곡: 단무지굴근, 장무지굴근

외전: 장무지외전근, 단무지외전근

내전: 무지내전근

(사) 대립운동에 관여하는 근육: 무지대립근, 소지대립근

(아) 손의 내재근

1) 충양근

2) 골간근

3) 모지구근

4) 소지구근

(2) 하지 근육

(가) 고관절의 동작근

굴곡: 대요근, 장골근

신전: 대둔근, 반건양근, 반막양근, 대퇴이두근

내전: 대내전근, 단내전근, 장내전근, 치골근, 박근

외전: 중둔근, 소둔근, 대퇴근막장근]

내회전: 소둔근, 중둔근, 대퇴근막장근

외회전: 외폐쇄근, 내폐쇄근, 대퇴방형근, 이상근, 상쌍자근, 대둔근

(나) 슬관절과 하퇴의 동작근

굴곡: 대퇴이두근, 반건양근, 반막양근

신전: 대퇴직근, 중간광근, 외측광근, 내측광근

(다) 족관절과 족부의 동작근

족저굴곡: 비복근, 가자미근

배측굴곡: 전경골근

7. 신체 계측

신체 계측은 인체의 물리적 치수의 측정을 다룬다.

정적 측정과 동적 측정이 있다.

가. 사지의 둘레

(1) 상지의 주요 둘레

(가) 상완의 둘레

(나) 전완의 둘레

(2) 하지의 주요 둘레

(가) 대퇴의 둘레

(나) 하퇴의 둘레

나. 사지의 길이

(1) 상지 길이

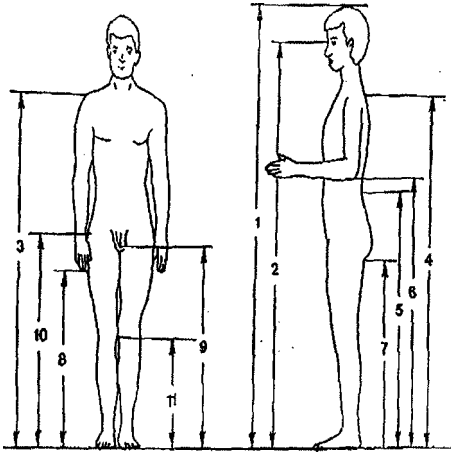
(가) 상완의 길이

(나) 전완의 길이

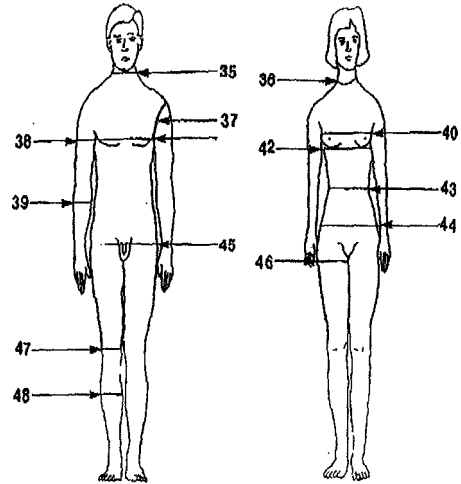
(2) 하지 길이

(가) 대퇴의 길이

(나) 하퇴의 길이



신체계측의 예(길이)



신체계측의 예(둘레)

1. 키, 2. 눈높이, 3. 어깨높이, 4. 목뒤(C7) 높이, 5. 허리높이, 6. 팔꿈치 높이, 7. 엉덩이 높이, 8. 손끝 높이, 9. 회음 높이, 10. 무릎 안쪽 높이
 35. 목 둘레, 36. 목밑 둘레, 37. 진동 둘레, 38. 상완 둘레, 39. 전완 둘레, 40. 윗가슴 둘레(여), 41. 가슴 둘레, 42. 밑가슴 둘레(여), 43. 허리 둘레, 44. 배둘레, 45. 엉덩이 둘레, 46. 대퇴 둘레, 47. 무릎 둘레, 48. 하퇴 둘레

8. 보행

가. 보행의 기본사항

(1) 보장(step length) : 두 발 사이의 거리, 즉 발 뒤축간의 거리

(2) 활보장(stride length) : 보행주기 전체의 거리를 의미하고, 발뒤축 접지기에서 다음 발뒤축 접지부까지로 보장의 2배가 되며, 보통 걸음으로 할 때 약 1초가 걸린다.

- (3) 보폭(stride width) : 양 발 사이의 넓이
- (4) 분속수(cadence) : 보행속도를 표시하는 것으로 1분간 걷는 발자국 수를 말하는데 성인에서 평균 분속수는 약 100-110정도이다.
- (5) 양하지 지지기(double limb support)
 - (가) 보행중 양하지가 지면에 접해있는 기간을 말하는데 대체로 일측 하지에서는 발 뒤축 접지기가 진행되며 반대측 하지는 진출기가 이루어진다.
 - (나) 전체보행주기의 약 20-25%를 차지한다.
 - (다) 보행속도가 빨라짐에 따라 양하지 지지기는 짧아지며, 달릴 때는 없어진다.

나. 보행주기

- (1) 입각기
 - (가) 초기 접지기(initial contact)
 - 1) 보행주기의 0-2%
 - 2) 발이 땅바닥에 닿았을 때
 - (나) 체중 부하기(loading response)
 - 1) 보행주기의 0-10%
 - 2) 초기에 발이 땅에 닿았을 때부터 반대편 다리가 유각기로 발이 떨어지기 전까지
 - 3) 충격을 흡수, 체중지지 동안의 안정성, 진행의 보존 기능
 - (다) 중간 입각기(mid stance)
 - 1) 보행주기의 10-30%
 - 2) 단하지 지지기의 처음 1/2

(라) 말기 입각기(terminal stance)

- 1) 보행주기의 30-50%
- 2) 이 시기동안 단하지 지지기가 완성됨.
- 3) 발뒤꿈치 들림(heel rise)에서 반대편 발이 땅에 닿을 때 까지

(마) 전 유각기(preswing)

- 1) 보행주기의 50-60%
- 2) 입각기의 마지막 단계로, 보행주기 동안의 두 번째 양하지 지지기를 이루며, 반대편 발의 발 뒤축 접지기에서부터 같은 쪽 발의 발가락 들림(toe off)까지의 기간임.

(2) 유각기

(가) 초기 유각기(initial swing)

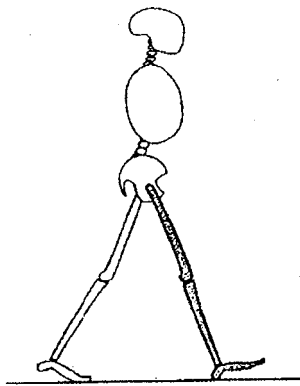
- 1) 보행주기의 60-73%
- 2) 유각기의 처음 1/3

(나) 중간 유각기(mid swing)

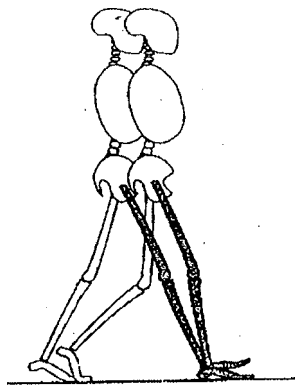
- 1) 보행주기의 73-87%
- 2) 유각기의 중간 1/3

(다) 말기 유각기(terminal swing)

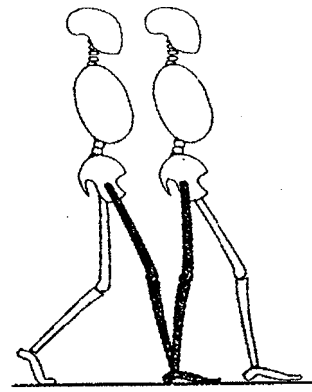
- 1) 보행주기의 87-100%
- 2) 유각기의 끝 1/3



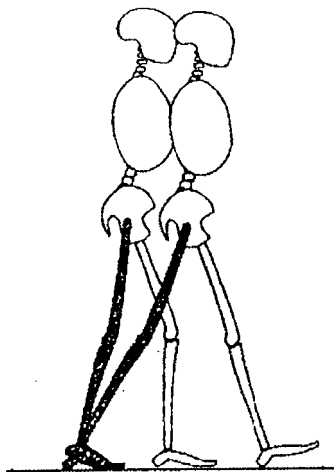
Initial Contact



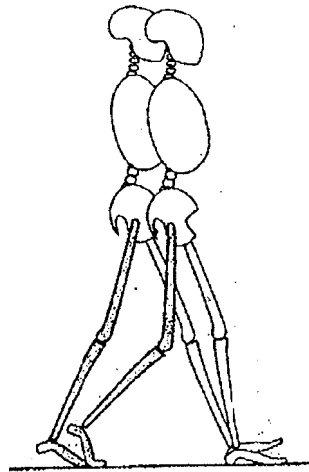
Loading Response



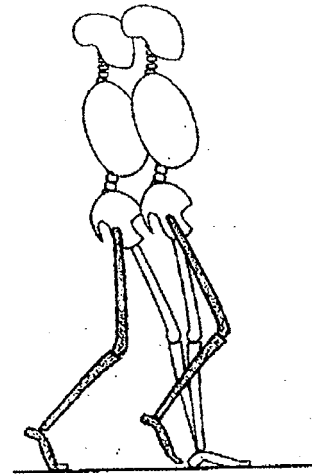
Mid Stance



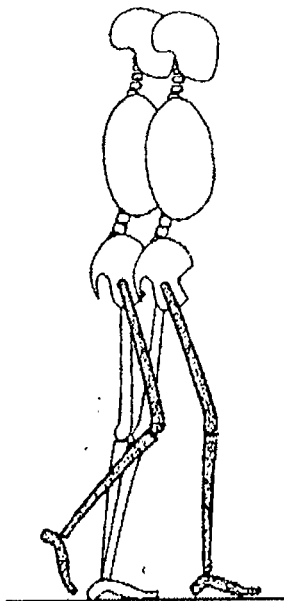
Terminal Stance



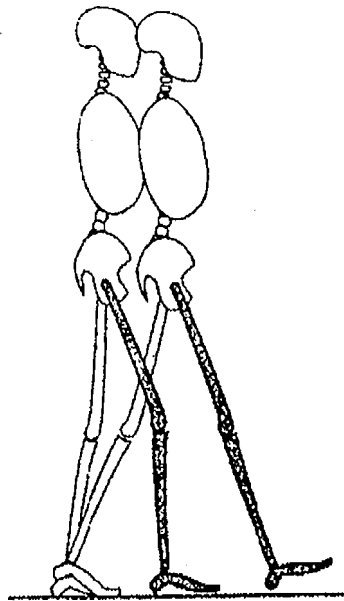
Pre-Swing



Initial Swing



Mid Swing

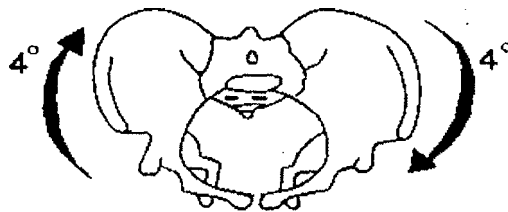


Terminal Swing

다. 보행의 결정요소

(1) 골반회전(pelvic rotation)

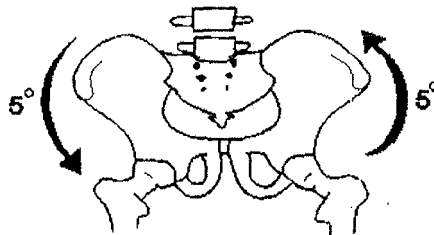
- (가) 유각기에 들어선 하지가 몸 앞으로 나아감에 따라 앞으로 나아간 하지 방향으로 골반이 약 4° 횡단면(transverse plane)에서 전방으로 회전하며 동시에 입각기의 하지측 골반은 후방으로 역시 4° 회전된다.
- (나) 반대측 고관절이 회전의 축이 되며 양하지 지지기(double limb support)에 한 쪽으로 최고의 각도를 이루게 된다.
- (다) 무게중심점 이동 경로의 최저점을 3/8 인치 올려주어 무게 중심점의 상하운동이 3/8 인치 정도 감소하고 원호 교차도 매끄럽게 한다.



골반회전

(2) 골반 경사(pelvic tilt)

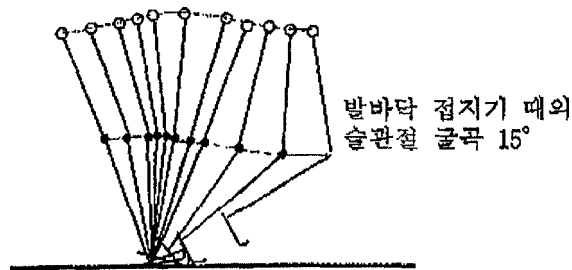
- (가) 중간 입각기에는 유각기에 들어선 반대측 골반이 밑으로 내려오게 되어 입각기 고관절은 약 5° 의 내전 상태가 된다(positive trendelenberg).
- (나) 이는 중둔근에 의해 조절되며, 보행에서 무게 중심점의 상하운동을 3/16 인치 낮추어 보행을 부드럽게 한다.



골반회전

(3) 입각기 슬관절 굴곡(knee flexion in stance phase)

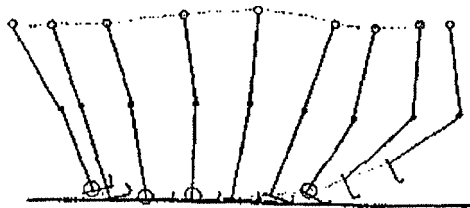
- (가) 발뒤축이 지면에 닿게 되면 신전 상태에 있던 슬관절이 굴곡되기 시작하여 중간 입각기 때에는 15° 굴곡 되며 이후 진출기를 향하여 신전 되고 말기 입각기에는 다시 굴곡되는데 이로 인해 보행 중 무게 중심에 그 정점에 이르렀을 때 하지 길이의 효과적인 감소로 무게 중심점을 최대 7/16인치 감소시키며 보행을 부드럽게 한다.



입각기 슬관절 굴곡

(4) 족관절 및 족부 운동

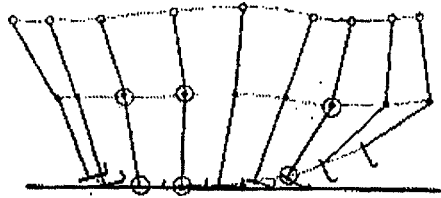
- (가) 발바닥 밑면이 안락의자의 밑바닥(rocker bottom)처럼 지면에 접지하고 구름 후 떨어져 나가는 듯이 작용하도록 한다.
- (나) 발뒤축이 지면에 닿을 때 중립위에 있던 족관절은 이때 발생하는 지면 반항력에 의하여 족저 굴곡 운동량(plantarflexion moment)을 받아 족저굴곡 하려고 하나 전경근의 편심성 수축에 의하여 족저 굴곡의 정도가 조절된다.
- (다) heel rocker, ankle rocker, forefoot rocker의 작용으로 보행이 부드러워진다.



족관절 및 족부 운동

(5) 족관절 및 슬관절의 운동

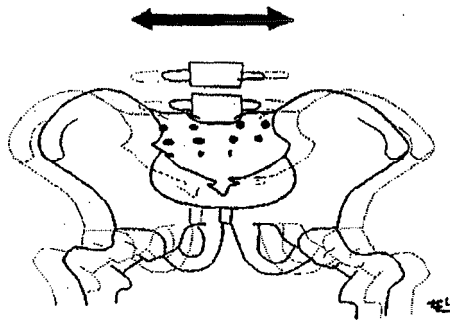
(가) 발뒤꿈치가 지면에 닿은 직후나 또는 진출기에 족관절과 슬관절의 굴신 운동이 일어나는데 이들은 동시에 이루어져서 전체 움직임이 부드럽게 된다.



족관절 및 슬관절의 운동

(6) 골반 전위(pelvic movement)

(가) 전후방면(coronal plane)에서 일어나는 것으로, 중간 입각기에 체중을 한쪽 하지로 지탱할 때 회전의 축은 족부가 지면과 접지한 곳에서 일어나며, 유각기에 있는 반대측 하지쪽으로 쓰러지지 않으려면 몸의 균형을 유지하기 위해 골반을 입각하지의 외측으로 전위시켜 무게중심의 수선이 상기한 회전축의 위치 위로 향하도록 한다.



골반 전위

라. 보행 분석 방법

(1) 보행분석의 목적 :

(가) 의지가 잘 맞는지(fit), 정렬(alignment), 기능(function)을 평가함.

- (나) 보행의 이상을 발견함.
- (다) 각각의 이상에 대한 원인을 찾아냄.
- (라) 문제를 해결하기 위해 수정작업을 함.

(2) 육안보행분석

(가) 과정

- 1) 관찰 : 적어도 앞뒤와 옆에서 보아 시상면과 관상면에서의 움직임を観찰
- 2) 보행이상 특성 발견 : 편측절단의 경우 대칭성이 가장 중요
- 3) 원인규명 : 원인이 의지에 있는지, 환자에게 있는지 규명

(나) 장점

- 1) 가장 단순한 형태로 특별한 장비가 필요하지 않다
- 2) 비용이 적게 든다

(다) 단점

- 1) 일시적이어서 영구적인 기록을 할 수 없다.
- 2) 눈으로 보기 때문에 빠른 속도로 일어나는 동작을 분석하기 어렵다.
- 3) 단지 움직임만을 관찰 할 수 있고 힘은 관찰할 수 없다.
- 4) 개개인 관찰자의 숙련도 또는 요행에 전적으로 의존한다.

(3) 카메라와 컴퓨터를 이용한 3차원 보행분석

(가) 장비

- 1) 힘 측정판(Force Platforms)
- 2) 전기 측각계(Electrogoniometers)
- 3) 동적 근전도(Dynamic Electromyographs)
- 4) 3차원 동작 분석기(3-D Motion Analysis System)
- 5) 비디오 카메라(Video Cameras)

(나) 운동형상학적 분석(Kinematic Analysis)

(다) 운동역학적 분석(Kinetic Analysis)

(라) 동적 근전도(Dynamic Electromyography)

(마) 산소 소모량 분석(Oxygen Consumption Study)

9. 병적 보행(Pathologic gait)

가. 병적보행의 정의

- (1) 병적 보행이란 비정상 보행을 말하며, 보행할 때 절게 되므로 흔히 파행(limping)으로 표시하기도 한다.
- (2) 병적 보행은 보행에 관여하는 신체 구조의 기질적인 병변에 의하여 발생하는 경우가 대부분이지만 통증이나 습관성으로 발생할 수도 있다.
- (3) 병적 보행은 신체 장애를 극복하고 몸을 보호하기 위한 대상성(compensating) 보행 자세라고 할 수 있다.

나. 보행 양상

- (1) 과도한 체간의 외측 굴곡
고관절 외전근 위약, 고관절 탈구, 고관절 통증, 서혜부 압력 과다로 인한 통증, 입각기 하지의 단축
- (2) 고관절 올림
- (3) 과도한 하지의 내, 외회전
- (4) 원회전(circumduction)
- (5) 비정상적 보폭

- (6) 지면 접지시의 과도한 족부의 내측, 외측 접촉
- (7) 체간의 전방굴곡
- (8) 체간의 후방굴곡
- (9) 척추 전만의 증가
- (10) 슬관절의 과신전
- (11) 과도한 슬관절 굴곡
- (12) 과도한 내반슬과 외반슬
- (13) 부적절한 진출기
- (14) 부적절한 족관절 배측 굴곡 조절
- (15) 도약(vaulting)
- (16) 보행리듬의 이상

다. 병적 보행의 분류

- (1) 구조 이상에 의한 병적 보행
 - (가) 족관절 저측 굴곡 구축
 - (나) 슬관절 구축
 - (다) 고관절 굴곡 구축
 - (라) 일측하지의 단축
- (2) 통증에 의한 병적보행
- (3) 보행전제조건에 따른 분류
 - (가) 입각기 안정성 유지에 문제가 있는 경우
 - (나) 하지의 잔방 전위에 문제가 있는 경우

(4) 중추신경계 이상에 의한 병적보행

- (가) 편마비 보행
- (나) 경지성 양측 마비 보행
- (다) 실조성 보행(ataxic gait)
- (라) 점진성 보행(propulsive gait)
- (마) 보행 실행증(Apraxia)

(5) 마비성 보행

- (가) 대둔근 보행(gluteus maximus gait)
- (나) 중둔근 보행(gulteus medius gait)
- (다) 고관절 굴근마비 보행(hip flexor paralytic gait)
- (라) 대퇴 사두근 보행(quadriceps gait)
- (바) 하퇴 삼두근 위약 보행(Triceps surae weakness gait)
- (사) 전경근 위약 보행(pretibial muscle weakness gait)

■ 참 고 문 헌

1. 김진호, 한태륜 : 재활의학. 군자출판사 1997
2. 윤승호, 김봉옥(역) : 임상보행분석. 1994 세진기획 서울 pp49-88, 127-131
3. 권영국, 변승남 : 새로운 생체역학개론. 1999 청문각 서울
4. Berger N : Analysis of amputee gait. In: American Academy of Orthopedic Surgeons : Atlas of limb prosthetics surgical ,prosthetic, and rehabilitation principles 2nd Ed. Mosby Year Book St. Louis 1992 pp371-379
5. Braddom RL: Physical medicine & rehabilitation, 1st ed, Saunders, 1996, pp 282-320
6. Delisa JA: Rehabilitation medicine principle and practice, 3rd ed, Lipponcott-raven, 1988, pp 669-696
7. Perry J: Gait analysis. 1st ed, Slack 1992

생체 역학

김봉옥(충남의대 재활의학과 교수)

한글 맞춤법

1. 생체역학의 개념

가. 생체역학의 목적

- (1) 향상된 운동능력(작업능력)과 물리적 외상 위험의 감소
- (2) 기존 환경과 상황에 대한 정보를 바탕으로 재활의학 생체역학 관련 연구자, 인간 공학자, 스포츠 생체역학 연구자들이 효과적으로 기존의 환경과 사용자를 과학적으로 분석하고 설계하여 보다 안전하고 쾌적한 운동환경(작업환경)을 제공

나. 역학

- (1) 가해진 힘에 대한 인체의 움직임이나 변형을 연구하는 물리학의 한 분야

다. 생체역학

- (1) 생물학, 의학, 공학역학의 종합적 바탕 위에서 인간의 인체를 과학적으로 연구하는 학문 분야
- (2) 정역학
- (3) 동역학
 - (가) 운동형상학 : 힘과 관계되는 운동중의 신체변위, 속도와 가속도 등을 연구
 - (나) 운동역학

운동을 생기게 하거나 변화시키게 하는 힘을 연구

관절각도측정, 근전도 분석, 근력분석, 보행분석 또는 자세분석을 실시

라. 생체역학 모델

- (1) 생체역학을 공부하기 위해 먼저 인체를 모델링 하여야 하고 현실적인 계산을 위해 모델을 단순화시킨다면 우리가 원하는 부위에 관한 정보를 좀더 쉽게 얻을 수 있다.
- (2) 생체역학 모델링은 정적(static)모델과 동적(dynamic)모델 두 가지로 나눌 수 있고 이것은 다시 몸을 몇 부분으로 나누어 관찰하느냐 또는 2차원, 3차원의 관찰

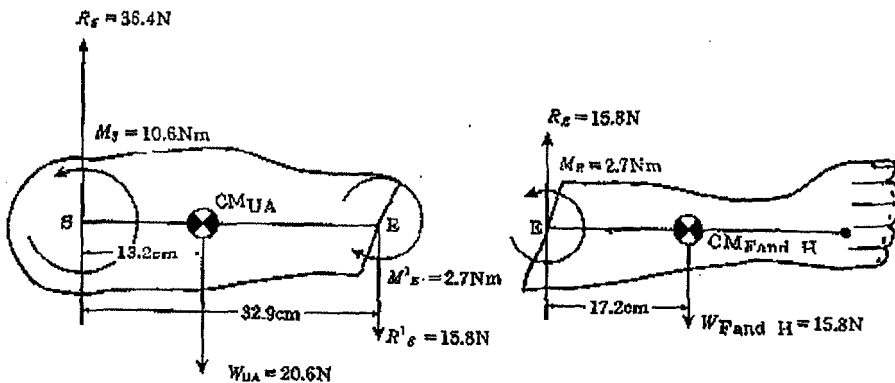
이냐에 따라 세분화된다.

(가) 한 부분 정적 모델(single-segment static link model)

- 1) 인체를 한 부분씩 고려하는 가장 간단하고 계산하기 쉬운 방법
- 2) 예, 팔꿈치 한 부분만을 고려하는 방법

(나) 두 부분 정적 모델(two-segment static link model)

- 1) 인체를 두 부분씩 고려하는 방법
- 2) 예, 팔꿈치와 어깨의 두 부분을 고려



두 부분 정적모델의 예

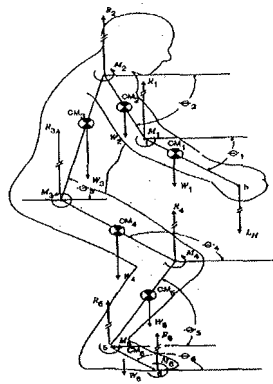
(3) 척추 모델(back model)

- (가) 운동이나 작업시 허리에 많은 압력이 가게 되므로 특별히 아랫등, 즉 요추의 마지막 부위와 천추의 첫 번째 부위인 L5/S1에 중점을 두기 위해 단순화시킨 모델

- (나) L5/S1의 추간판에 발생하는 압착력(compression force), 전단력(shearing force), 굽힘 모멘트(bending moment)등을 측정하여 평가한다.

(4) 전체 6 부분 링크 모델(full body 6-link model)

- (가) 인체를 크게 6 부분으로 나누어서 이것이 서로 연결(link)되어 있다고 보는 모델

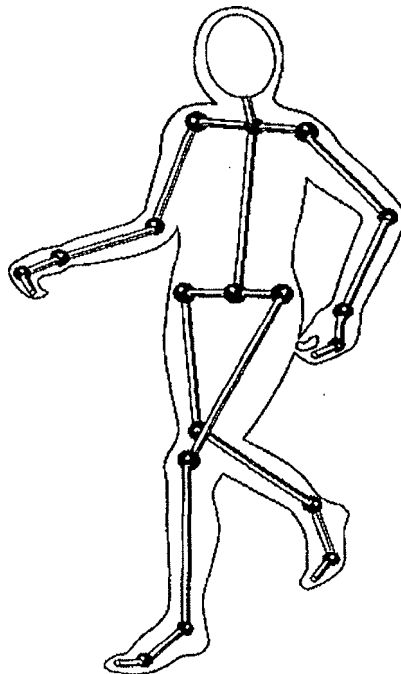


6부분 정적 모델의 예

(5) 다관절 모델

(가) 인체를 좀더 많이 세분한 모델

(나) 운동형상학과 운동역학의 분석방법으로 생체역학 연구에 사용



다관절 모델: 신체 링크 모델

2. 생체역학의 범위 및 구성

가. 생체역학의 범위

- (1) 운동 기능학(해부학적 운동 기능학, 역학적 운동 기능학)
- (2) 스포츠 역학
- (3) 산업 생체역학, 재활생체역학 등

나. 생체역학의 구성

- (1) 생체역학의 5 요소
인체 측정학, 운동학, 모델링, 생체측정장치, 기계적 작업능력평가
- (2) 생체역학의 응용
도구설계, 작업대 설계, 직무 설계 등

3. 생체역학을 위한 기초지식

가. 뉴턴의 운동법칙

- (1) 제 1 법칙 : 관성의 법칙
 - (가) 모든 물체는 외력이 작용하지 않는 한 정지상태 또는 직선에서의 등속운동을 계속 유지하려 한다.
 - (나) 힘을 받지 않는 한 운동상태는 변하지 않는다
- (2) 제 2 법칙 : 가속도의 법칙
 - (가) $a=F/m$
 - (나) 운동의 변화는 가해진 힘에 비례하고, 힘의 작용방향으로 가속이 생기게 된다. 즉, 물체가 알짜힘(net force)을 받으면 힘의 방향으로 “알짜 힘/질량” 만

몸의 가속도를 받는다.

(3) 제 3 법칙 : 작용-반작용의 법칙

(가) 모든 작용(action)에는 항상 같은 크기의 반작용(reaction)이 반대방향으로 생긴다. 즉, 한 물체가 다른 물체에 힘을 가하면 힘을 받은 물체도 힘을 가한 물체와 같은 크기와 반대방향의 힘을 가한 것이다.

(나) 예를 들면, 자신의 체중으로 벽에 부딪히면 자신의 체중의 힘만큼 반대로 튕겨져 나온다.

나. 기본 물리량

(1) 시간(time)

(가) 동작의 순서를 위한 개념

(나) 기준시간으로부터의 시간경과를 의미하는 물리량으로 기준단위는 초

(2) 질량과 무게

(가) 질량(mass)은 물질의 양이며, 관성의 척도로 변하지 않는 양이다.

(나) 무게(weight)는 중력에 의해 물체에 가해지는 힘.

(3) 길이(length)

(가) 공간내의 위치를 나타내주는 물리량으로 선, 평면, 공간을 정량화 한 것

(나) 기준단위는 미터(m)

(4) 거리와 변위

(가) 거리(distance)는 이동(path)의 총 길이로 정의

(나) 변위(displacement)는 방향을 가진 두 점의 직선거리로 정의된다.

다. 유도 물리량

기본적 개념에서 유도된 힘, 모멘트, 우력, 속도, 가속도, 일, 에너지, 일률, 모멘트, 등의

개념이 있다.

(1) 스칼라

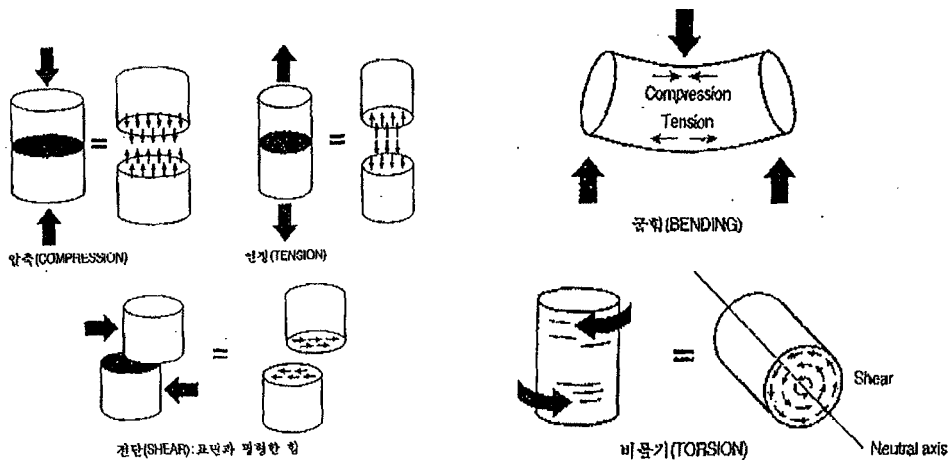
- (가) 단순히 크기만을 갖고 있는 물리량
- (나) 속력(speed), 질량, 에너지, 일등

(2) 벡터

- (가) 크기와 방향을 동시에 갖는 물리량
- (나) 속도(velocity), 가속도, 힘, 모멘트, 각 모멘트

(3) 힘

- (가) 벡터량으로 크기와 방향의 요소를 모두 가지고 있음\
- (나) $F=ma$
- (다) 압착력(compression force), 전단력(shearing force), 인장력(tensile force), 근육력(muscle force), 등



(4) 알짜 힘(net force)

- (가) 물체에 작용하는 모든 힘의 결과적인 힘

(5) 모멘트와 우력

(가) 모멘트(moment)와 우력(torque)은 생체에 가해지는 힘의 회전(rotation), 구부림(bending), 비트는 힘(twisting), 작용(action)을 정량적으로 측정하기 위한 것

(나) $M = F \times d$ (F는 힘, d는 힘과 회전축과의 수직거리)

(6) 속력과 속도

(가) 속력(speed)는 “이동거리/걸린시간”으로 스칼라량이다

(나) 속도는 속력 + 방향으로 표시

(7) 각속도

(가) 회전운동에서의 각속도는 “각변화(rad)/각이 변하는데 걸린 시간(s)”

라. 지렛대 시스템 (lever system)

(1) 지레(lever)란 축을 중심으로 회전하는 단단한 막대기를 말한다.

(2) 지레는 인체의 움직임과 밀접한 관계가 있으며, 작업도구나 운동기구에도 적용된다.

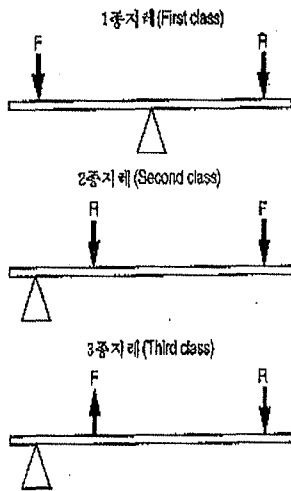
(3) 모든 지레에는 힘점, 저항점, 회전축의 세가지 요소가 존재한다.

(4) 지레의 종류

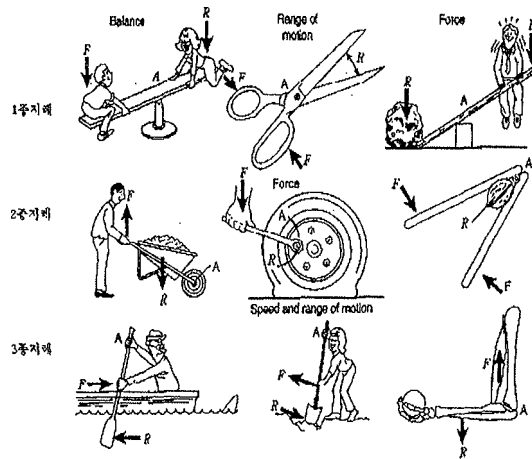
(가) 1종 지레: 회전축이 힘점과 저항점 사이에 있는 형태(예, 널뛰기)

(나) 2종 지레: 저항점이 받침점과 힘점 사이에 있는 형태(예, 작두)

(다) 3종 지레: 힘점이 받침점과 저항점 사이에 있는 형태(예, 노젓기)



3종류의 지렛대



3종류 지렛대의 예

4. 생체역학 관련 분야

가. 동작의 표현

굴곡/신전, 외전/내전, 내회전/외회전, 회내/회외, 거상/하강, 내반/외반

나. 골격

(1) 뼈의 종류

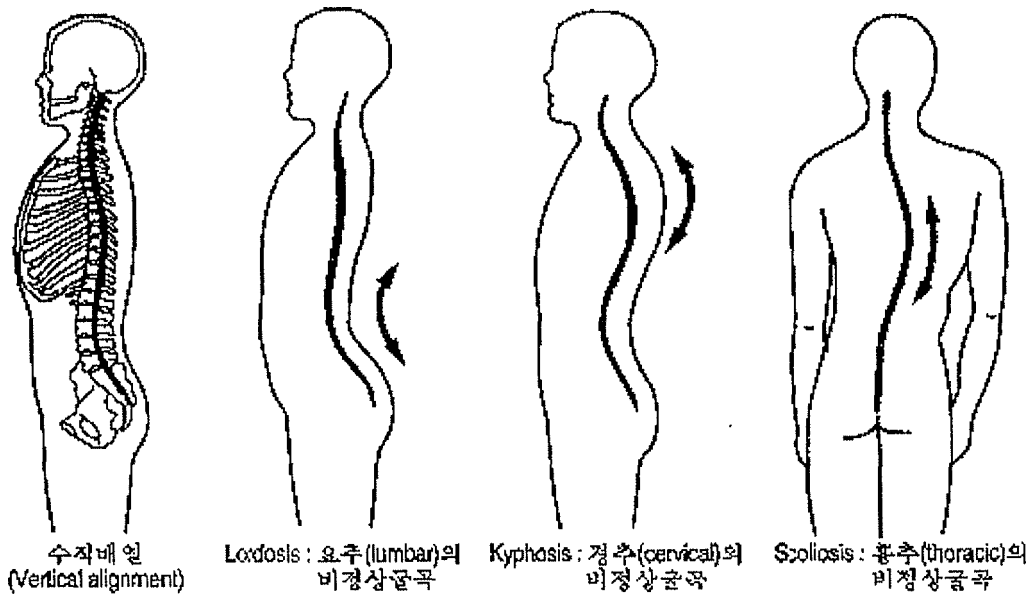
- (가) 긴 뼈(long bone) : 상완골이나 대퇴골
- (나) 짧은 뼈(short bone) : 손목이나 발목뼈
- (다) 납작 뼈(flat bone) : 머리뼈
- (라) 불규칙 뼈(irregular bone) : 척추뼈

(2) 척추의 이상

- (가) 척추 전만증

(나) 척추 후만증

(다) 척추 측만증



척추의 이상

다. 근육

(1) 근육의 종류

- (가) 평활근: 불수의근이라 불리며, 인체의 내장기관이 이에 속함.
- (나) 골격근: 수의근이라 불리며, 동작과 이동에 관여하는 근육
- (다) 심근: 자율적으로 움직이며, 심장이 이에 속함.

(2) 근섬유의 종류

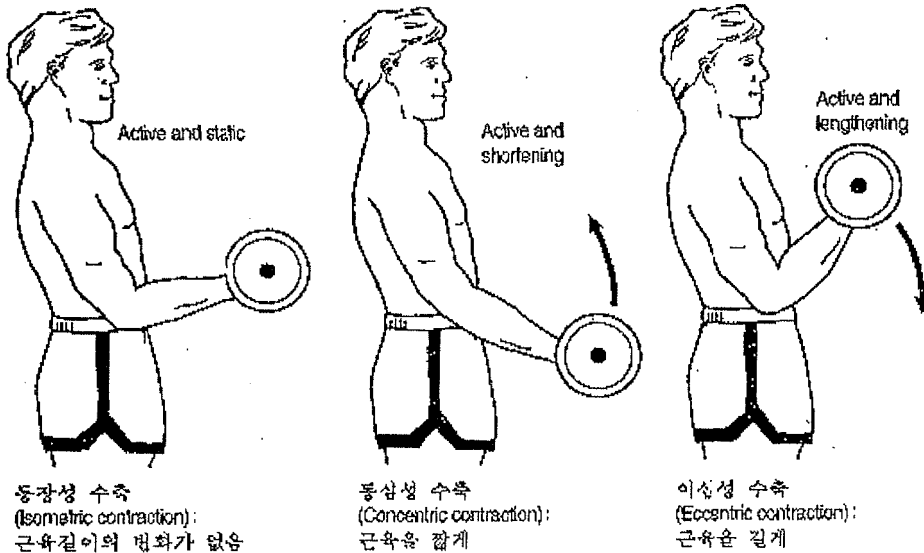
- (가) 패스트 트위치(fast twitch)
- (나) 슬로우 트위치(slow twitch)

(3) 근수축의 종류

(가) 등장성 수축: 근육 길이의 변화가 없음.

(나) 동심성 수축: 근육 길이가 짧아짐.

(다) 편심성 수축: 근육이 길이가 길어짐.



근수축의 종류

라. 관절

(1) 관절의 기능 : 뼈와 뼈 사이에서 움직임을 원활하게 하는 마치 경첩과 유사한 기능을 발휘하여 움직임이 가능하게 한다.

(2) 관절의 연결 형태

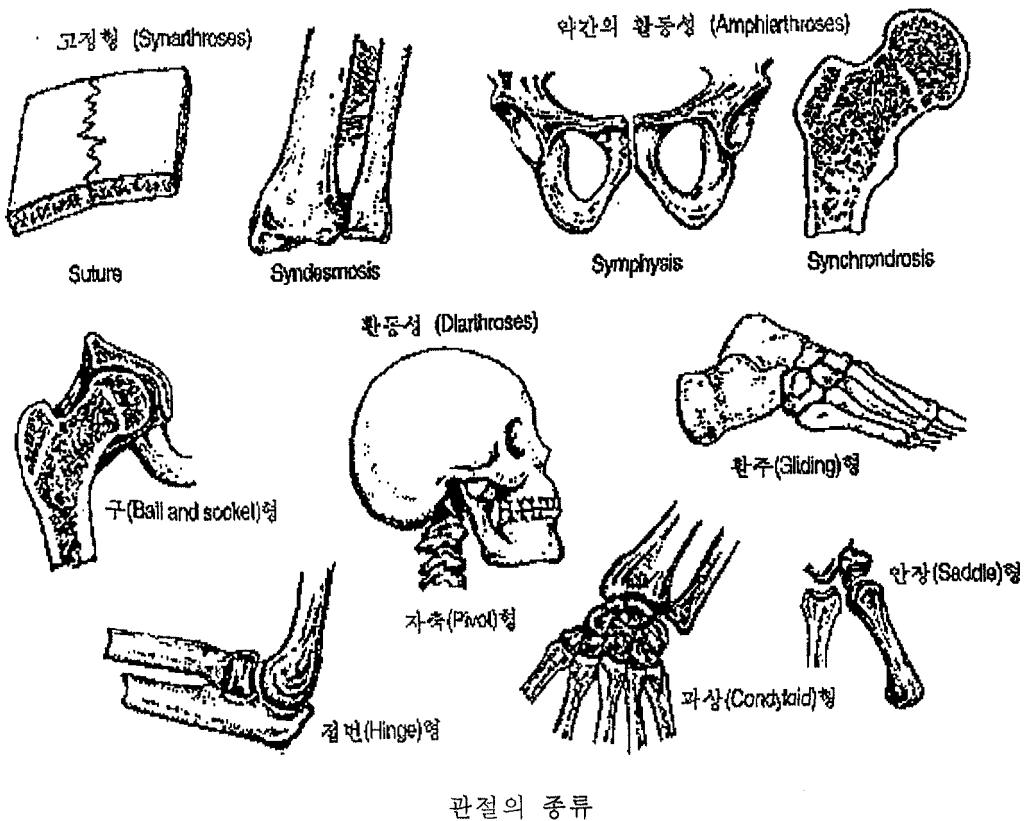
(가) 고정형

(나) 약간의 활동형

(다) 활동형

(3) 관절의 종류

- (가) 섬유성 관절: 운동성이 거의 없으며, 봉합과 인대결합으로 연결
- (나) 연골성 관절: 약간의 운동성이 있으며, 연골 또는 섬유결합으로 연결
- (다) 활막성 관절: 큰 운동성을 가지며, 점성의 활액이 있는 연골로 연결



■ 참 고 문 헌

1. 권영국, 변승남 : 새로운 생체역학개론. 1999 청문각 서울
2. 윤승호, 김봉옥(역) : 임상보행분석. 1994 세진기획 서울

재활공학

김경훈(재활공학연구센터 연구실장)

제 1 장 재활공학 총론

1. 서 론

재활공학에 대한 정의는 협의적으로는 미국에서의 예와 같이 재활보조기술이나 재활 기법의 설계나 개발에 과학과 공학을 적용하는 것[1]이라고 하기도 하고 일본의 경우처럼 광의로는 재활공학은 기기개발뿐 아니라 핸디캡을 가진 사람들이 충분히 사회에 참가할 수 있도록 도시, 교통, 직장환경, 건축물 등을 포함하는 극히 광범위한 학문이며 때로는 시스템 공학적인 수법을 응용하여 전략적인 시책까지도 연구하는 학문이라고 정의하기도 한다.[2]

이상의 정의를 종합해볼 때 재활공학은 재활기기나 재활기법의 과학 및 공학의 적용뿐 아니라 장애인들의 가정 및 경제활동을 포함하는 모든 정상적인 사회활동을 가능하도록 과학 및 공학을 적용시키는 학문분야라고 할 수 있다.

일반적으로 공학은 어떤 과학적 원리나 기술을 기초로 하여 실제적인 분야로 확대해나가며 발전하게 된다. 그러나 이와는 달리 재활공학은 장애인의 재활이라는 특수한 적용 분야에 여러 필요한 공학적 기술을 도입하여 의학과 접목시키는 특수한 형태를 취하고 있다. 따라서 재활공학은 여러 공학기술의 종합적인 분야라고 볼 수 있으며 재활공학을 배우는 사람이나 그 분야에 종사하는 사람들은 여러 공학지식이나 기술을 비교적 체계적으로 습득할 필요가 있다.

재활 공학의 일차적 관심은 장애인들의 재활에 필요한 재활보조기술이나 재활 기술의 설계와 개발이라고 할 수 있으며 따라서 기계공학, 전기공학, 전자 공학, 컴퓨터공학, 제어공학, 재료공학 등의 분야를 이해해야 할 필요가 있다. 본 강의에서는 기계공학 중 의지 보조기에 관련이 큰 제도 및 기구학, 기계공학법, 전기 전자 및 제어공학 과 컴퓨터 공학의 일반 에 대한 기초적 지식을 다룬다.

2. 재활공학의 내용

재활공학은 크게 나누면 다음과 같은 내용을 포함하고 있다.

가. 의지보조기공학

나. 운동공학

다. 근신경계공학

라. 환경 및 교육공학

종래에는, 의지·보조기 공학과 운동공학이 재활공학의 내용으로 해석되어, 임상적으로 유용한 하드웨어의 개발에 중점을 두어 왔는데, 의지나 보조기를 제작할 때에는, 경험과 감에 의존해 온 노-하우가 중요하게 된다. 앞으로는 이들 노-하우 적 지식을 체계화하여 현장에 도입하는 것이 중요할 것이다. 유럽에서는 근신경계공학 및 환경·교육공학에 대한 사회적인 관심이 깊게 되어, 장애자의 완전한 사회참가와 생활의 질적 향상을 목표로 하고 있다. [표 1]은 그 내용을 개략적으로 나타내고 있다.

[표-1]

분 류	세 목	목 표
의 지 보 조 기 공 학	의지·보조기	의지·보조기의 기능향상, 신뢰성향상, 재료개선
	인체정합	인간-기계계의 인터페이스 개선
	휠체어	휠체어의 기능향상, 안전성확보
	통신·제어	인간-기계간의 통신방법, 제어방식의 개선
	동력원	의지·보조기용의 에너지원의 개선, 의지보조기용 동력원의 성능 향상
	보조기구	일상생활, 노동작업용 보조기구의 개발
	인공관절	각 관절용 대체부품 개발
운 동 공 학	운동계측	운동계측법, 분석법의 개선
	운동모델	운동시뮬레이션 기술의 개선(인체실험배제)
	운동평가	운동기능의 객관적평가법의 확립
근 신 경 계 공 학	이상근 제어	환자의 의지에 의한 이상근 제어법의 확립
	동통제어	만성·급성의 동통감각의 계측, 경감, 조치
	인공신경	결함신경, 결손신경의 대체부품개발
	인공감각	인공감각 수용기 및 변환기 개발
환 경 및 교 육 공 학	훈련용 기기류	기능회복, 향상을 위한 훈련기기의 개발
	최적 훈련법	피드백·루프를 가진 훈련방법의 개발, 합리화, 훈련단축
	재활프로그램의 개선	PERT 등에 의한 최적 재활 프로그램 작성법 확립, 재활 시스템의 개선
	재활관리	재활용 계측 데이터의 관리법의 확립, 데이터베이스의 확립
	이동시스템	장애자 이동용 시스템의 개선
	주거시스템	장애자를 위한 주거시스템 환경의 개선
	도시시스템	장애자의 사회참가를 고려한 도시시스템의 개선

제 2 장 기구학

1. 서 론

가. 기계와 기구

(1) 기계의 정의 [3]

- ① 필요한 상호운동을 할 수 있는 몇 개의 저항력이 있는 물체의 집합일 것
- ② 구성부분은 여기에 전달되는 외력에 대하여 파손되거나 변형되지 않도록 충분한 강도를 가지고 있을 것
- ③ 각 구성부분의 상호운동은 항상 구속되어 있을 것
- ④ 받은 에너지를 변환하여 더욱 유용한 에너지 형태로 기계적인 일을 할 것

이상의 네 가지 조건을 만족하여야 기계라고 부를 수 있다. (예, 선반, 인쇄기 등; 측정기는 기계가 아니라 기기)

(2) 기구

기계의 구조나 각 부품 상호간의 운동을 연구할 경우 구조 각부의 강도와 일 같은 것을 생각하지 않고 다만 그 운동이 기계와 같이 한정되어 있어 운동의 전달과 변환만을 행하는 기계구조로 취급할 때 기구라고 부른다.

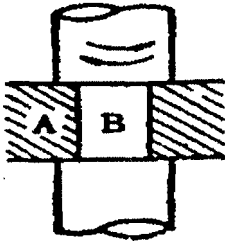
기구학은 기계를 구성하는 요소인 형태에 대한 연구, 각 요소 상호간에 운동을 지배하는 법칙에 대한 연구를 주로 하는 것이다.

(3) 기소와 짝(대우)

(가) 기소(기계요소)와 짝의 관계

공간 중에 단지 한 개만의 물체가 있을 경우 그 운동을 제한하는 받침이 없으므로 이 물체에 운동을 하게 할 수 없다. 기구학에서는 운동을 한가지만 할 수 있도록 제한(구속)

한다.



[그림-1]. 기소와 짝

예를 들면 [그림 1]에서와 같은 조합에서 막대는 회전 운동만이 가능하다. A와 B는 서로 구속되어서 상대운동을 하고 있다. 이와 같이 서로 접촉하면서 상대운동을 하는 한 쌍을 짝(pair)라고 한다. 기계는 여하히 복잡하게 조립되어 있더라도 결국 이것을 몇 개의 요소로 분해하여 체계적으로 생각해 나갈 수 있다. 이와 같이 기계를 구성하는 각각의 부분을 기소 (machine element)라고 하며 2개의 기소가 조립되어 서로 접촉하여 상대운동을 하는 것이 짝이다. 짝은 면에서 행하여지는 짝을 면짝 또는 낮은 짝, 선 또는 점에서 접촉하는 것을 점선짝 또는 높은 짝이라고 한다.

(나) 짝의 자유도

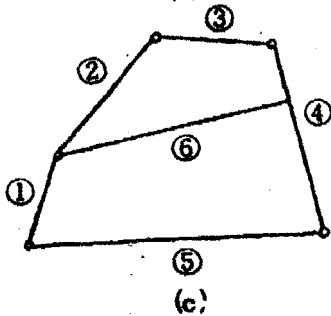
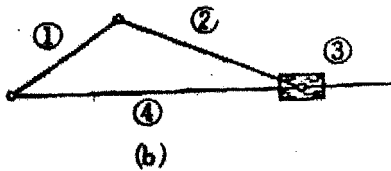
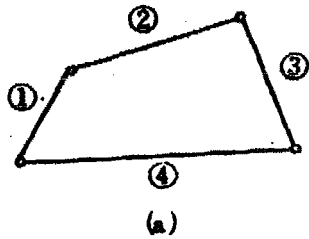
짝의 성질은 짝을 구성하고 있는 2개의 기소의 상대운동의 방법에 의하여 결정된다. 한편의 짝을 고정하고 짝의 구속조건에 의하여 다른 편의 대우소를 움직일 때의 자유도를 짝의 자유도라고 한다.

- 1) 회전짝의 자유도 1 (모든 경우)
- 2) 미끄럼 짝의 자유도 1 (낮은 짝의 경우)
- 3) 나사짝의 자유도 1 (나사의 피치가 유한일 때)
- 4) 나사 짝의 자유도 2 (나사의 피치가 무한일 때) - 축방향에 구속이 없는 회전, 왕복운동이므로 2로 함.
- 5) 구면짝의 자유도 3(모든 경우)
- 6) 압력짝과 장력짝의 자유도는 엄격하게 정할 수 없다.
- 7) 높은 짝의 자유도 2~4

나. 연쇄와 링크

(1) 연쇄와 링크

기소가 서로 짝을 이루어 차례차례 연결되어 최후와 최초의 기소가 다시 짝을 이루도



[그림-2] 연쇄와 링크

록 연결하면 고리 모양의 폐합형(閉合形)이 되며, 이것을 연쇄(Chain)라고 부른다. 이 연쇄는 기계의 실질적인 상태로서 연쇄를 구성하는 각 기소는 매듭과 같은 것으로서 링크(link, 節)라고 부른다. 연쇄의 하나의 링크에서 힘 또는 변위의 형체로서 소정의 에너지가 들어가면 연쇄 각 부의 한정된 운동에 의하여 에너지는 변환되고 전달되어 목적인 일을 하게 된다. 기계는 이와 같이 각 부가 한정된 운동을 행하는 연쇄로서 구성되었다고 할 수 있다. 연쇄는 폐합형을 이루고 있으므로 링크에서 반드시 2개 이상의 짝을 이루고 있다.

[그림 2 (b)]의 링크 ③과 ④와 같이 2개만의 짝을 가진 경우 單節이라고 하며 [그림 2(c)]의 ④와 같이 세 개 이상의 짝을 가지고 있는 경우를 複節이라고 한다.

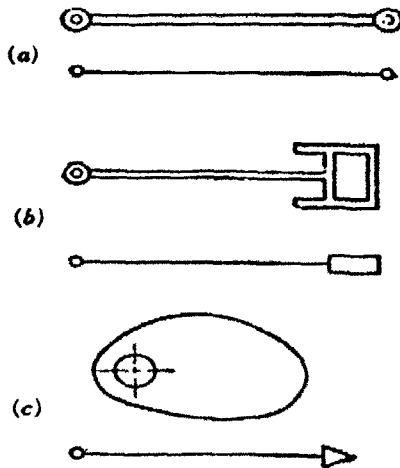
(2) 기계 링크의 종류

일반적으로 기계는 많은 부재(member)로 조립되어 있고 부재의 수와 동수의 링크로 구성되었다고 생각하나 기계는 몇 개의 부재가 일체로 되어 1개의 링크로 생각할 수 있는 것이 많다. 따라서 기계로서는 복잡하지만 기구로 생각하면 간단한 것이 많다.

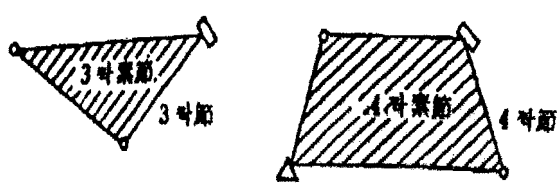
(3) 링크의 표시법

기구를 구성하고 있는 각 링크의 운동은 링크의 상호간의 관계위치에 관계하는 것으로서 그 치수와 형상에는 관계가 없으므로 링크를 도시하려면 간단한 표시방법으로서 충분하다. 따라서 회전축의 경우 ○, 미끄럼 짝의 경우 □, 높은 짝의 경우 △로 표시하면 아주 편리하다. 사선으로 사선에 직접 연결된 부분은 고정절을 뜻하며 사선을 그라운드 마크(Ground mark)라 부른다.

[그림 3(a), (b), (c)]는 2짝절의 표시이고 (a)는 회전 짝만, (b)는 회전짝과 미끄럼 짝, (c)는 회전짝과 높은 짝의 경우이다. [그림 4]는 각각 3짝 소절과 4짝절의 약시도이다.



[그림-3] 링크의 표시법

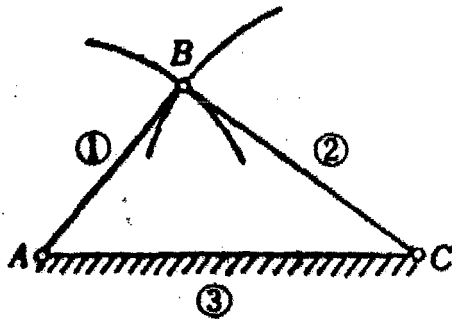


[그림-4] 짝절의 표시

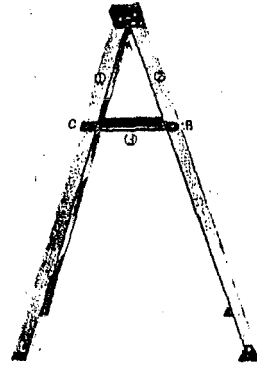
(4) 연쇄의 종류

(가) 고정 링크

[그림 5]와 같이 외력을 받아도 각 링크가 상호운동을 할 수 없는 것을 고정연쇄라 하며 [그림 6]은 고정연쇄의 예이다.



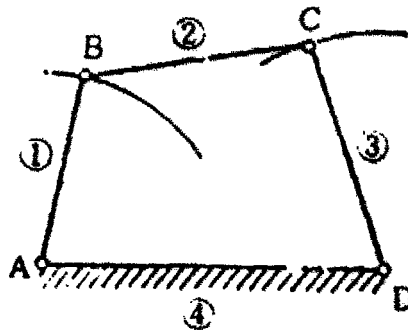
[그림-5] 고정연쇄



[그림-6] 고정연쇄의 예

(나) 한정연쇄

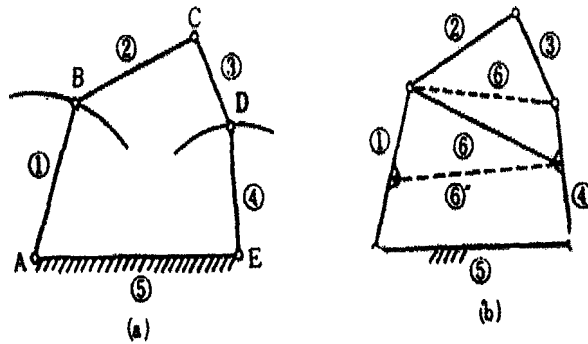
연쇄를 구성하고 있는 링크중 한 개의 링크에 운동을 주면 다른 링크로 한정된 운동을 하는 것을 말한다. 기구학에서 가장 중요한 것이다.



[그림-7] 한정 연쇄

(다) 불한정 연쇄

연쇄를 구성하고 있는 링크중의 하나에 어떤 운동을 주면 다른 링크가 두 종류 또는 그 이상의 운동을 하는 연쇄를 불한정 연쇄라 한다.

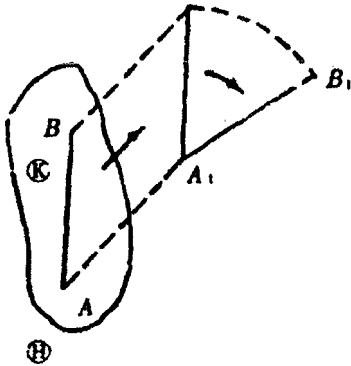


[그림-8] 불한정 연쇄

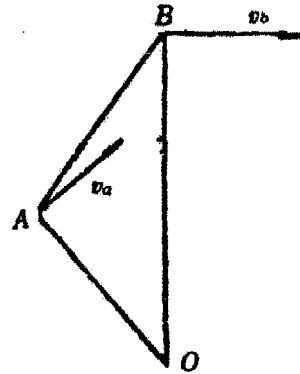
2. 순간 중심

가. 순간 중심의 의미

강체의 임의의 평면운동은 하나의 회전과 하나의 직선운동으로 되고 [그림 9]에서 보는 바와 같이 AB의 위치에서 A1B1의 위치로 옮기는 데는 그림에서 보는 것처럼 직선이동과 회전운동을 연속하면 될 것이다. 그러나 더욱 간단하게 이것을 어느 한 점을 중심으로 하는 회전 운동으로 생각할 수 있다. 즉 평면운동을 하는 물체는 임의의 순간에 있어서 어느 한 점을 중심으로 하는 회전운동을 하는 것이다. 따라서 물체운동은 각 순간에 있어서의 원운동의 연속이라고 할 수 있다. 이 각각의 원운동의 중심을 그 순간에 있어서의 운동의 순간중심이라고 부르며 순간중심의 위치는 [그림 10]에서와 같이 링크의 각 끝점의 운동방향에 수직되는 직선들의 교점이다. 이때 2점 A,B의 속도는 각각 순간중심에서의 거리에 비례한다.

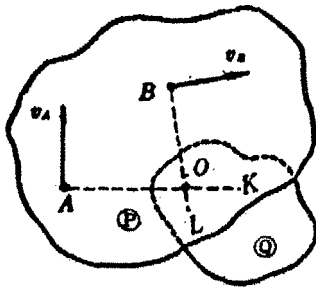


[그림-9] 물체의 운동

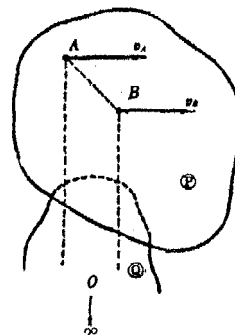


[그림-10] 순간중심의 위치

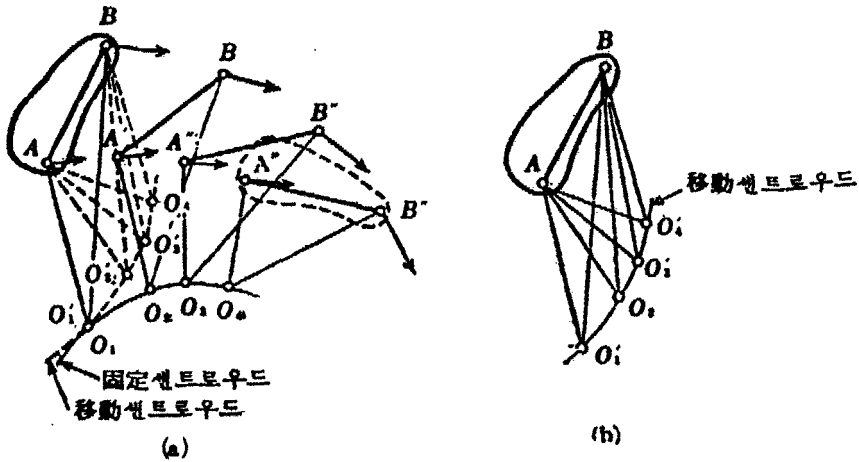
순간중심은 그 순간에 있어서의 2개의 물체 사이에 상호 운동이 없는 점이라고도 말할 수 있다.



[그림-11] 순간중심의 예



순간중심의 궤적운동하고 있는 물체의 순간중심이 그 위치를 바꿀 경우 그 각 순간의 순간중심을 연결하면 순간 중심의 궤적이 얻어지는데 이것을 센트로우드(centrode)라 한다. 고정센트로우드와 이동 센트로우드가 있다.



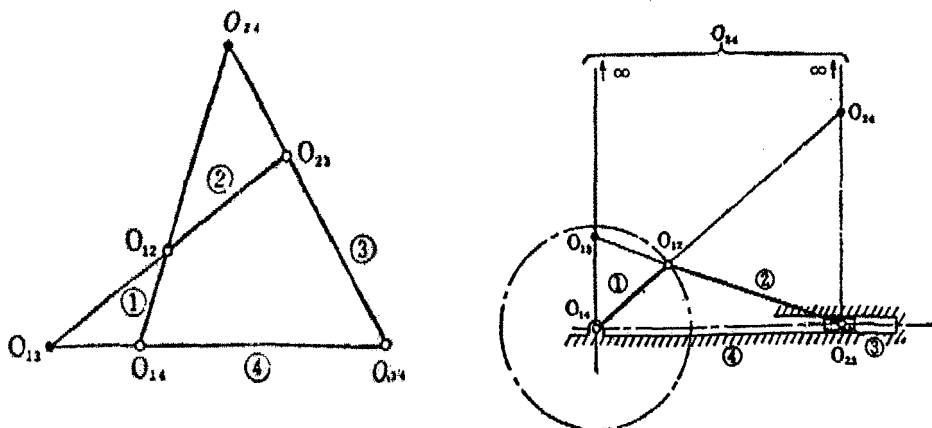
[그림-12] 순간 중심의 궤적

나. 3 순간중심의 정리

케네디 정리(3순간 중심의 정리)- 상대적 평면운동을 하는 3개의 기소의 순간중심은 항상 일직선상에 있다.

(1) 순간중심 구하기

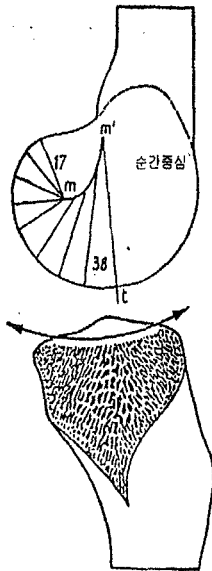
(가) 4절링크 및 미끄럼 링크 기구의 순간 중심



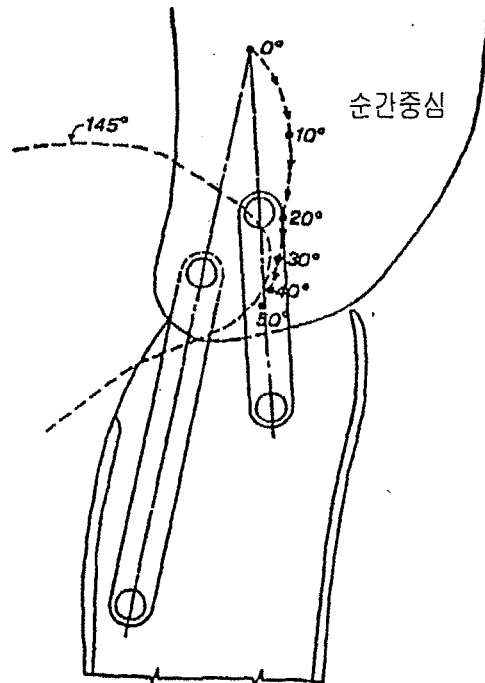
[그림-13] 4절링크 및 미끄럼 링크 기구의 순간 중심

다. 재활공학에서의 순간중심의 적용

순간중심의 재활공학에서의 적용은 다축식 슬관절 기구(polycentric knee mechanism)에서 찾아볼 수 있다. 단축식 대퇴의지의 경우 하퇴부가 고정된 한 축에 대하여 회전하는 것과는 달리 4절 링크 대퇴의지의 회전축(회전 중심)은 링크 장치의 변화에 따라 그 회전중심이 변화한다. ([그림 15] 참조). 이것은 정상인의 무릎의 회전중심이 계속 변하는 것과 흡사하다. 4절 링크의지의 순간중심은 4절 링크 기구의 전후링크의 연장선이 만나는 교점이다[그림 14]. [4] 4절 링크의 순간 중심이 높이가 높아지고 후방에 위치할수록 슬관절의 안정성이 높아진다. 단축식 의지의 경우 슬관절 기구의 위치는 자리에 앉을 경우 90° 굴곡된 자세에서 의족의 미관을 좋게 하는 해부학적 위치에 오도록 하면 된다. 4절 링크의 경우 적절히 설계된 4절 링크의지는 완전 신전 시 순간중심이 안정성 다이어그램 ([그림 16] 참조) 상에서 원하는 위치에 올 수 있어야하며 90° 굴곡 시에도 외관상 보기에 좋아야 한다. 미세한 링크길이와 피봇(pivot) 위치에 미세한 차이가 있어도 4절의 운동특성이 큰 차이가 있게 된다.



[그림-14] 생체 관절의 순간중심의 궤적



[그림-15] 4절 링크 의지의 순간중심

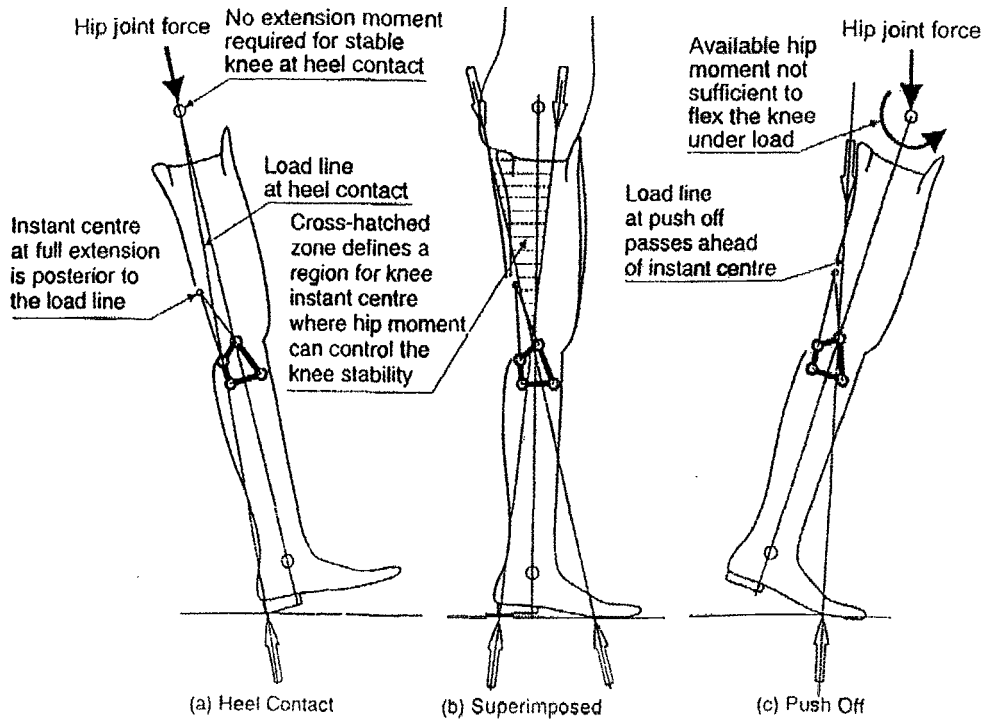


Fig. 6. Stability diagram - hyper-stabilized four-bar knee mechanism.

[그림-16] 4절링크 대퇴의지의 안정성 다이어그램

제 3 장 기계공작법

기계부품으로 사용될 부품의 가공은 주조, 소성가공, 용접, 절삭, 연삭 등으로 분류된다.

1. 주조[1]

주조는 모형을 만들고 이로써 주형을 만들며 주형에 용해된 금속을 주입하여 주물을 만든다. 주조는 원하는 최종 형상에 거의 비슷한 모형을 만들므로 후가공이 적고 절삭에 의한 소재의 손실이 적게 되며 동일한 모형을 대량으로 만들 수 있는 장점이 있다.

가. 모형

모형 재료로는 목재, 구리, 황동, 강, 알루미늄, 플라스틱이 사용된다.

모형의 제작 시에는 다음의 점들을 고려하여 모형을 제작하여야 한다.

(1) 수축여유

용융 금속은 냉각되면 수축되므로, 주물의 치수는 주형의 치수보다 작아진다. 따라서 모형은 주물의 치수보다 수축되는 양만큼 크게 만들어야 하는데 이 수축에 대한 보정량을 수축여유라 한다.

금속의 수축을 고려해서 수축량 만큼 크게 자를 만들어 사용하는데 이것을 주물자라고 부른다. 수축여유는 주물에 사용되는 재질에 따라 다르다.

(2) 가공여유

수기가공이나 기계가공을 필요로 할 때 덧붙이는 여유 치수를 말한다. 가공여유는 다듬질 정도에 따라 달라진다.

(3) 모형 구배

주형에서 목형을 빼내기 쉽게 하기 위해 목형의 수직면에 다소의 구배를 둔다. 목형의 크기와 모양에 따라 다르나 1m 길이에 6~10mm 정도의 구배를 둔다.

(4) 라운딩(rounding)

응고할 때에 결정조직이 경계가 생겨서 약해지므로 목형의 모서리를 죽여서 둥글게 한다.

(5) 덧붙임

얇고 넓은 판상 목형은 변형하기 쉬우므로 넓은 판면에 각재로 보충하거나 주조시 두께가 같지 않으면 응고할 때 냉각속도가 달라서 응력에 대한 변형, 균열을 발생하므로, 이것을 막기 위하여 주형이나 목형에 덧붙이를 달아서 보강한다.

(6) 코어 프린트

나. 주조

주형재료로는 모래가 보통 사용된다. 주물사는 ①성형성이 좋고, ②내화성이 크고 화학 반응을 일으키지 않고, ③통기성이 좋을 것, ④ 적당한 강도를 가질 것, ⑤ 열전도성이 작고 보온성이 있어야 한다.

다. 주형제작

(1) 주형의 종류

금형, 사형

(2) 주조용 금속재료

주철, 주강, 비철금속(황동, 청동, 알미늄 합금, 마그네슘합금)

(3) 금속의 용해법

규우펠러(cupola), 도가니로, 전로(Bessemer converter), 전기로

(4) 특수주조

칠드주조, 다이캐스팅, 원심주조법, 쉘주조법, 인베스트먼트 주조법, 진공주조법, CO2법

(5) 주물에 생기기 쉬운 결함

수축공, 기공, 편석(segregation), 균열(crack), 치수불량, 주물표면불량,

(6) 주물의 검사

외관검사, 치수검사, 비파괴검사(X-선, 감마선), 파괴검사

2. 소성가공

가. 소성가공의 개요

(1) 탄성과 소성

가) 소성의 정의: 재료에 하중을 가하면 어느 정도이든 변형이 생기게된다. 이때 가했던 하중을 제거하였을 때 소재가 원형으로 되돌아오는 현상을 탄성(변형은 탄성변형)이라고 하며, 하중을 제거하였을 때 어느 정도의 영구변형을 남기면 이 현상을 소성이라고 하고 변형을 소성변형이라고 한다. 탄성변형과 소성변형의 분기점이 되는 하중을 탄성한도라고 한다.

(2) 소성가공

금속의 소성가공은 탄성하중이상의 하중을 가하여 소성변형을 일으켜 가공하는 것으로 변형을 일으키기 위해서 가열하는 온도에 따라서 냉간 가공과 열간 가공으로 나눌 수 있다.

경화된 금속을 가열하면 연화되기 전에 먼저 내부 응력이 제거되어 회복되고 다 가열하면 차차 내부 응력이 없는 새로운 결정핵이 결정 경계에 나타난다. 이것이 성장하여 새로운 결정이 생기게 되어 새롭고 연화된 조직을 형성하는데 이것을 재결정이라고 하며 이때의 온도를 재결정온도라고 한다. 냉간 가공은 재결정 온도 이하에서 열간 가공은 재결정온도 이상에서 작업하는 것을 말한다.

가) 냉간가공의 장점

- ① 제품의 치수를 정확히 할 수 있다.
- ② 가공면이 아름답다.
- ③ 어느 정도 기계적 성질을 개선할 수 있다.

나) 열간 가공의 장점

- ① 작은 동력으로 커다란 변형을 줄 수 있다.
- ② 재질의 균일화가 이루어진다.

나. 소성가공의 종류

(1) 압연(rolling):

회전하는 로울러 사이에 재료를 넣어 소정의 제품을 만드는 가공이다.

(2) 인발(drawing)

재료를 다이에 통과시켜 축방향으로 인발 하면서 가공하는 방법이다.

(3) 압출(extrusion)

재료를 실린더 모양의 컨테이너에 넣고 한 쪽에서 압력을 가하여 압출시켜 가공하는 방법이다.

(4) 단조(forging)

재료를 기계나 해머로 두들겨 성형하는 가공이다.

(5) 전조(thread and gear forming)

압연과 비슷한 가공으로 나사나 기어를 가공하는 것.

(6) 프레스 가공(press forging)

판재를 형틀에 의해서 목적하는 형으로 가공하는 것.

다. 단조

(1) 단조의 종류

단조 방법: 자유 단조, 형 단조(die forging)

가열 온도: 열간 단조 (햄머 단조, 프레스 단조, 업셋 단조, 로울 단조), 냉간 단조 (코울드 헤딩, 코이닝, 스웨이징)

(2) 단조용 재료

재료의 항복점이 낮고 연신율이 큰 재료일수록 소성변형이 잘 일어나므로 단조가 용이하다. 금속재료중 탄소강, 특수강, 동합금, 경합금 등은 단조가 용이하나 주철은 불가능하다. 탄소강이라도 탄소 함유량이 증가할수록 곤란해지며 또 특수강 중에도 단조가 극히 곤란한 것과 불가능한 것이 있다.

(3) 단조작업

(가) 자유단조

절단, 늘이기(drawing), 눌러 붙이기(up-setting), 굽히기(bending), 단짓기(setting down), 구멍 뚫기(punching)

(나) 형단조 작업

형단조 작업은 가열된 소재를 금형(die)에 의해 성형하는 단조방법으로 다음의 장점을 갖고 있다.

- ① 제품의 정밀도가 높다.
- ② 대량 생산에 적합하다.
- ③ 가격이 싸다.

라. 압연가공

(1) 압연작업의 분류

(가) 압연온도에 의한 분류: 열간압연, 냉간압연

(나) 압연제품에 의한 분류: 분괴압연, 판재압연, 형강압연

3. 용접

가. 용접의 개요

(1) 용접의 정의

접합부를 국부적으로 가열 용융 시키거나 반응용 상태가 되게 하여 접합을 시키는 작업을 용접이라 한다. 이와 같은 용접은 다른 접합법에 비해 다음과 같은 장단점이 있다.

(가) 장점

- ① 자재가 절약된다.
- ② 공정 수가 감소된다.
- ③ 제품의 성능과 수명이 향상된다.
- ④ 이음 효율이 향상된다.

(나) 단점

- ① 품질검사가 곤란하다.
- ② 응력 집중에 대해 극히 민감하다.
- ③ 용접 모재가 열 영향을 받아 변형된다.

(2) 용접법의 종류

금속 및 비금속을 접합하는 방법에는 기계적 방법과 야금적 방법이 있다.

기계적 방법으로는 키(key), 핀(pin), 코터(cotter), 리벳(rivet), 볼트 등이 있고 야금적 방법은 용접이 있다.

현재 사용되는 용접법을 대별하면 다음 3종류가 있다.

- 1) 용접(fusion welding): 접합하고자 하는 물체의 접합부를 가열 용융 시키고 여기에 용가재(熔加材)를 첨가하여 접합하는 방법이다.

- 2) 압접(pressure welding): 접합부를 냉간 상태 그대로 또는 적당한 온도로 가열한 뒤 여기에 기계적 압력을 가하여 접합하는 방법이다.
- 3) 납땜(brazing and soldering): 모재를 용융 시키지 않고 별도로 용융 금속을 접합부에 넣어 용융 접합시키는 방법이다.

용접에는 가스용접, 아아크 용접, 테르밋 용접이 있으며 압접에는 전기압접과 가스압접이 있다.

나. 가스용접

(1) 가스용접의 개요

가연성 기스와 산소를 혼합 연소시켜 고온의 불꽃을 용접부에 대어 용접부를 녹여 접합하는 방법을 가스용접이라고 한다. 가연성 기스로는 아세틸렌가스, 프로판 가스, 수소 등이 쓰이나 아세틸렌은 온도가 높아 경제적으로 널리 쓰인다.

(2) 카바이드(calcium carbide)

카바이드는 석회석과 석탄 또는 코오크스를 원료로 하여 이것을 혼합하여 고온도로 가열 용융 화합하면 칼슘과 탄소의 화합물이 된다. 이 카바이드에 물을 작용시키면 아세틸렌 가스가 발생되고 소석회가 남는다.

(3) 아세틸렌

아세틸렌은 탄소와 수소의 화합물로 화학기호로는 C_2H_2 로 표시되며 탄화수소이므로 매우 불안정한 가스이다. 비중은 0.91로 공기보다 가볍고 순수한 것은 냄새가 없으나 카바이드에 물을 가해 발생된 아세틸렌은 인화수소 등의 불순물을 함유하고 있기 때문에 대단히 악취가 난다. 아세틸렌은 여러가지 액체에 잘 용해되어 1기압에서 $15^\circ C$ 일 때 물에는 같은 양이 용해되고 석유에는 2배 용해되나 염분을 포화시킨 물에는 거의 녹지 않는다.

(4) 산소

산소는 무색, 무취, 무미로 비중은 1.105로 공기보다 무겁고 산소자신은 타지 않고 다른 물질이 타는 것을 돕는 지연성(支燃性)가스이다. 이 산소는 35℃에서 150Kg/cm²로 압축하여 봄베 속에 충전된다.

(5) 용해 아세틸렌

아세틸렌이 아세톤에 용해되는 성질을 이용하여 연강제의 용기(봄베)에 석면, 규조토, 목탄, 석회 등의 다공성 물질을 넣고 이것에 아세톤을 포화 될 때까지 흡수시켜 정제된 아세틸렌에 압력을 가해 충전(15℃에서 15기압)시킨 것이다.

(6) 아세틸렌 발생기

주수식 발생기: 카바이드에 물을 작용시켜 아세틸렌을 발생

투입식 발생기: 다량의 물 속에 카바이드를 소량 투하하여 아세틸렌을 발생

침지식 발생기: 카바이드 통에 들어 있는 카바이드가 수실의 물에 잠겨 아세틸렌을 발생

(7) 청정기와 안전기

(8) 토오치

-팁의 능력

- ① 프랑스식: 1시간 동안 표준 불꽃으로 용접하는 경우 아세틸렌의 소비량(l)으로 나타낸다.
- ② 독일식: 연강 판의 용접을 기준으로 해서 팁의 능력은 용접할 판 두께로 나타낸다.

(9) 불꽃의 종류

토오치에 점화하면 아세틸렌과 산소가 화합되어 수소와 일산화 탄소가 되며 수소는 다시 산소와 화합되어 수증기로 된다. 불꽃은 백색으로 불꽃의 최고온도는 3000~3500℃까지 된다. 불꽃의 상태는 산소, 아세틸렌의 비율에 따라 다음의 세 가지로 분류된다.

표준 불꽃 (중성불꽃) 산소 : 아세틸렌 = 1 : 1

탄화불꽃 산소가 적고 아세틸렌이 많음. 온도가 낮다. 스테레스 강판의 용접시 사용

산화불꽃 중성불꽃에서 산소의 양을 많이 할 때 산화성이 강하며 황동 용접에 사용.

다. 아아크 용접

아아크 용접은 용접봉과 모재 사이에 발생하는 아아크(arc) 열에 의하여 모재와 용접부를 용융 시키고 용가재의 용적(熔滴)이 첨가되는 용접이다.

용접봉에 따라 전극과 용가재의 역할을 하는 금속 아아크 용접, 탄소전극을 이용하는 탄소 아아크 용접이 있고 전원이 직류인 직류 아아크 용접과 교류인 교류 아아크 용접이 있으나 피복 용접봉의 발달로 용접기의 값도 싸고 전원이 풍부한 교류용접이 많이 쓰이고 있다. 탄소 아아크에서는 4,000℃, 금속 아아크에서는 3,000℃에 달하는 열을 낸다.

[표 1]에는 아아크 용접 시에 발생할 수 있는 용접부의 주요 결함을 보여준다.

[표-1] 아아크 용접부의 결함

명 칭	상 태	주 된 원 인
오우버랩	용융금속이 모재와 융합되어 모재 위에 겹쳐지는 상태 	모재에 대해 용접봉이 굵을 때, 운봉의 불량, 용접전류가 약할 때
기 공	용착금속 속에 남아 있는 가스로 인한 구멍 	용접전류의 과대, 용접봉에 습기가 많을 때, 가스용접시의 과열, 모재에 불순물이 부착
슬래그섞임	녹은 피복제가 용착금속 표면에 떠 있거나 용착금속 속에 남아있는 것 	운봉(運捧)의 불량 피복제의 조성불량 용접전류, 속도의 부적당
언 더 컷	용접선 끝에 생기는 작은 홈 	용접전류의 과대 운봉(運捧)의 불량 용접전류, 속도의 부적당

4. 절삭이론

경도가 높은 공구를 사용하여 공작물을 깎아내서 칩(chip)을 발생시키는 것을 절삭이라 하며 절삭공구에는 바이트(bite)와 같은 단인공구(single point tool)와 드릴 및 밀링 컷터와 같은 다인공구(multi-point tool)이 있다. 이외에도 연삭 스톤 및 래핑제와 같이 입자로 된 것도 있다. [2]

가. 절삭이론 개요

(1) 공작기계의 절삭 방식과 그 종류

(가) 절인에 의한 가공

- ① 선삭(turning)
- ② 드릴링(drilling) 및 보어링(boring)
- ③ 평삭(planing)
- ④ 밀링(milling)

(나) 입자에 의한 가공

- ① 연삭(grinding)
- ② 호우닝(honing)
- ③수퍼 휘니싱(superfinishing)
- ④래핑(lapping)

(2) 절삭현상과 절삭가공

(가) 칩의 기본형태

1) 유동형 칩

칩이 공구의 경사면 위를 유동하는 것 같이 이동하므로 칩의 슬라이딩이 연속적으로 진행되어 절삭작업이 원활하다. 연성재료의 고속 절삭 시, 절삭량이 적을 때, 바이트의 경사각이 클 때, 절삭제를 사용할 때 생김

2) 전단형 칩

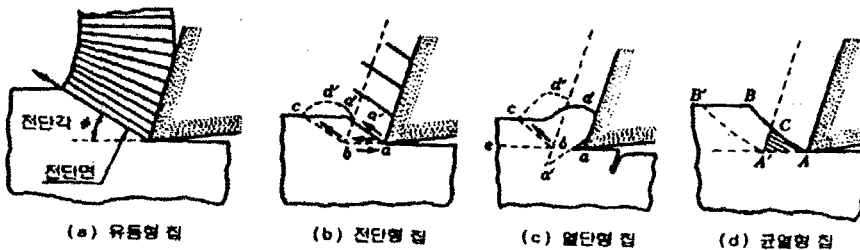
칩이 공구의 경사면 위에서 압축을 받아 어느 면에 가서 전단을 일으키므로 칩은 연속되어 나오기는 하나 슬라이딩의 간격이 다소 유동형보다 크다. 이 때문에 바이트 면에 걸리는 힘이 변동되어 진동을 일으킨다. 연성재료를 저속 절삭할 때 바이트의 경사각이 작을 때, 절삭 깊이가 클 때 생긴다.

3) 열단형 칩

공구 경사면 위의 재료가 세게 압축되어 슬라이딩이 되지 않아 공구 날 끝 앞쪽에서 균열이 나타나는 상태의 칩. 피삭 재료가 점성이 있을 때 생긴다.

4) 균열형 칩

취성 재료에서 균열이 날 끝에서부터 공작물 표면까지 순간적으로 발생



[그림-1] 칩의 기본 형태

(나) 구성인선(built-up edge)

금속을 절삭할 때 칩과 공구면사이의 높은 압력과 큰 마찰저항 및 절삭열에 의하여 칩의 일부가 가공 경화하여 절삭 날 끝에 부착되어 절삭 날과 같이 실제 절삭을 하므로 절삭작용에 악영향을 미치며 1/100초~1/300초의 주기로 발생, 성장, 분열, 탈락이 일어난다.

1) 구성인선의 영향

- ① 가공물의 다듬면이 불량
- ② 절삭저항이 변화하여 공구에 진동을 줌

③ 초경합금 공구는 결손이나 미소파괴 발생

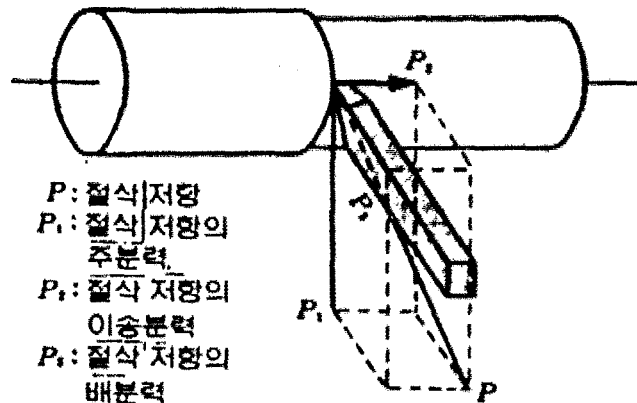
2) 구성인선 방지법

- ① 절삭깊이를 적게
- ② 경사각을 크게
- ③ 공구의 인선을 예리하게
- ④ 절삭속도를 크게
- ⑤ 칩과 바이트 사이의 윤활을 완전하게

(다) 절삭저항

공구로 공작물을 절삭하는 것은 공작물에 소성변형을 주어서 칩을 분리시키는 것이며 이때 공구는 공작물로부터 큰 저항을 받는다. 이 저항이 절삭저항이다.

절삭저항(P)은 서로 직각으로 된 3개의 분력으로 나누어 생각할 수 있으며 절삭방향과 평행한 주분력(P_1), 이송방향과 평행한 횡분력(P_2), 이들에 수직인 배분력(P_3)로 나눈다.



[그림-2] 절삭저항

각 분력의 크기를 비교하면 $P_1:P_2:P_3=10:(1\sim2):(2\sim4)$ 정도이다.

(라) 절삭속도

절삭 시 공구에 대한 공작물의 상대속도를 절삭속도라 하며 단위는 m/min으로 표시한다.

선반에서 환봉의 외주를 절삭할 때 같은 회전수라도 환봉의 지름에 따라 절삭속도는 달라진다. 절삭속도와 회전수와의 관계는 다음과 같다.

$$V = \pi \cdot D \cdot N / 1000, \text{ 단, } v = \text{절삭속도}(\text{m/min}), d = \text{공작물의 지름}(\text{mm}), N = \text{분당 회전수(rpm)}$$

(3) 절삭공구 재료

(가) 절삭공구 재료

1) 구비조건

① 고온경도가 높을 것, ② 마모저항이 클 것, ③ 강인성이 클 것 ④ 낮은 마찰을 허용할 것 ⑤ 조형이 용이할 것

2) 종류

가) 공구강: 탄소 공구강, 합금 공구강, 고속도강

나) 경질합금: 주조 경질합금, 소경 경질 합금

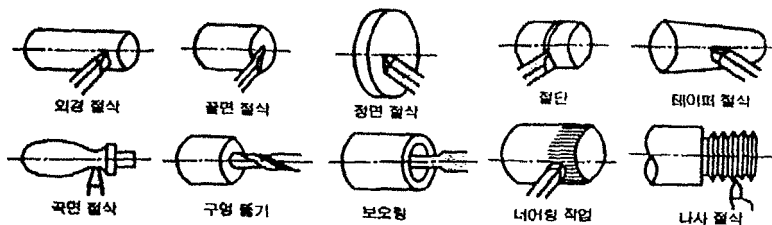
다) 광물성 공구재: 세라믹 공구, 다이아몬드 공구

나. 선반

(1) 선반가공

(가) 선반의 가공분야

선반은 공작물에 회전운동을 주고 바이트에는 소요의 절임과 이송운동을 주어 주로 원통형의 공작물을 가공하는 공작기계이다. 선반에서는 [그림 3] 과 같은 작업을 할 수 있다.



[그림-3] 선반작업의 종류

(나) 선반의 종류

- 1) 보통선반: 가장 널리 사용되는 선반으로 베드, 주축대, 왕복대, 심압대, 이송장치 등으로 구성되어 있다.
- 2) 탁상선반: 작업대에 설치하여 사용하는 소형선반으로 계기, 시계 부품같은 것을 절삭
- 3) 터릿 선반: 터릿 공구대를 설치하여 여기에 여러 개의 바이트나 공구를 부착시켜 이것을 차례로 회전시켜 절삭하는 선반이다.
- 4) 자동선반: 주로 선반에 의한 작업조작을 자동적으로 행하는 선반이다.
- 5) 모방선반: 형판에 따라 공구대가 자동이송을 하여 형판과 같은 윤곽을 절삭하는 선반.
- 6) 수직선반: 공작물은 수평면에서 회전하는 테이블 위에 장치하고 공구대는 크로스레일 또는 컬럼 상을 이송 운동한다.
- 7) 정면선반: 주로 정면 절삭 가공을 하기 위해 큰 면판을 설치하고 공구대가 주축에 직각방향으로 광범위하게 움직이는 선반이다.

(다) 선반의 크기 표시

각종 선반에 따라 차이가 있으나 보통 선반에서는 베드 위의 스윙, 양 센터 사이의 최대거리, 왕복대상의 스윙으로 나타낸다.

- 1) 베드상의 스윙: 베드에 닿지 않게 주축에 설치할 수 있는 공작물의 지름이다.
- 2) 양 센터 사이의 최대거리: 심압대를 주축에서 가장 멀리 했을 때 양 센터에 설치할 수 있는 공작물의 길이이다.

(2) 보통선반의 구조

(가) 보통선반의 주요부

1) 주축대

공작물을 지지하면서 회전을 주는 주축과 이것을 지지하는 베어링 및 주축에 회전을 주는 구동기구로 되어있다. 주축의 구동방식에는 단차식과 기어식이 있는데 주로 기어식

이 쓰인다.

2) 심압대

센터로 공작물을 지지하거나 구멍 뚫기 작업 시는 드릴을 지지한다.

3) 왕복대

주축대와 심압대 사이에 위치하여 베드 위를 세로방향으로 이동한다. 새들, 에이프런, 공구대로 되어 있는데 에이프런은 새들의 앞쪽에 수직 아래 부분이고 내부에 자동이송장치 및 나사 절삭 장치가 들어있다.

4) 베드

주축대, 왕복대, 심압대 등을 받쳐주는 대로 절삭력에 의해. 비틀림이나 굽힘을 받는다. 베드는 표면이 편평한 영국식과 산형의 돌기가 있는 미국식이 있다.

① 영국식: 구조가 간단하고 수압면적이 크며 강력 절삭에 적합하다.

② 미국식: 삼각형의 홈에 맞추어져 있어 진동이 적고 정밀공작에 적합하므로 중소형에 쓰인다.

(나) 보통선반의 부속장치

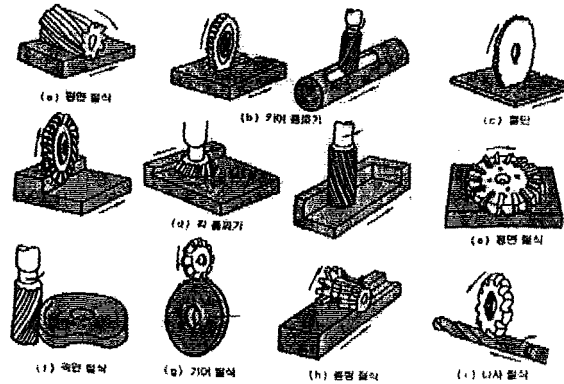
센터(center), 척(chuck), 돌림판과 돌리개(driving plate and dog), 심봉(mandrel), 방진구

다. 밀링머신

(1) 밀링 머신의 개요

(가) 밀링 머신의 가공분야

밀링 머신은 원통 면에 많은 날을 가진 커터를 회전시키고 공작물을 테이블에 고정시켜 절삭가공을 행하는 공작기계이다. 이 기계에서 행할 수 있는 가공은 [그림 4]와 같다.



[그림-4] 각종 밀링 가공

(2) 밀링 머신의 종류

- (가) 니이형 밀링 머신(Knee type milling machine): 가장 널리 사용되는 것으로 수평식, 수직식, 만능 밀링 머신이 있다. 특징은 커터 축에 대해 테이블이 전후, 좌우, 상하로 움직이는 것이다.
- (나) 생산형 밀링 머신: 이 형은 같은 부품을 비교적 장시간에 계속 다량 생산할 때 쓰이며, 주축대를 다소 이동시킬 수 있으며 커터를 2~3개 장전하여 2~3면을 동시에 가공할 수 있다.
- (다) 특수 밀링 머신: 모형이나 형판에 의해 커터가 움직여 그것과 같은 형상으로 공작물을 깎을 수 있는 밀링 머신으로 각종 금형 등의 제작에 사용된다. 이밖에 나사를 깎는 밀링 머신도 있다.
- (라) NC 밀링 및 CNC 밀링 머신 : 작업자의 눈에 의하여 측정기구를 사용하면서 공작물을 원하는 형상 및 치수로 가동하는 방법 대신 원하는 형상, 치수를 수치화하여 입력시켜서 서보기구를 사용하여 수치제어를 통하여 가공하게 하는 것으로 동일한 형상의 대량생산에 유용하다. CNC는 NC에 컴퓨터를 추가하여 더욱 다양하고 입력수치의 수정도 손쉽게 하한 것이다.

(3) 밀링 머신의 크기표시

밀링 머신은 테이블의 크기(길이×폭), 테이블의 이동거리(좌우×상하), 주축 중심에서

테이블 면까지의 최대 거리로서 크기를 표시하는 데 이중 테이블의 이동거리가 주가 되며 테이블의 이동 거리 중 전후 이동거리(새들의 이송범위)를 기준으로 하여 번호로 나타낸다.

[표-2] 밀링 머신의 번호와 테이블의 이동량

번 호	0			1			2			3			4		
테이블의 이 동	좌 우	전 후	상 하	좌 우	전 후	상 하	좌 우	전 후	상 하	좌 우	전 후	상 하	좌 우	전 후	상 하
이 동 량	450	150	300	550	200	400	700	250	400	850	300	450	1050	350	450

(4) 커터의 종류와 용도

(가) 플레인 커터: 원통 면에만 절삭 날이 있어 평면 절삭에 쓰인다.

(나) 측면 커터: 폭이 좁은 플레인 커터의 양측 면에도 날이 만들어진 커터로 직각을 이루는 두 면을 동시에 절삭하는데 쓰인다.

(다) 금속 톱날(metal saw): 폭이 좁고 바깥둘레가 커터로 되어 있어 주로 절단작업에 쓰인다.

(라) 엔드 밀(end mill): 주로 홈, 측면, 별로 넓지 않은 평면을 깎는데 사용되며 곧은 날 엔드밀, 쌍날 엔드 밀, 비틀림 엔드 밀, 셀 엔드밀 등이 있다.

(마) T홈 커터: 공작기계의 테이블에 있는 T형 홈을 깎는데 쓰인다.

(바) 정면 커터(fly cutter): 넓은 평면 깎기에 사용하는 커터

(사) 각 커터(angular cutter): 각도 면, 리이머나 커터의 날을 절삭할 때 쓰인다.

(아) 총형 커터(formed milling cutter): 특별한 형상을 가진 면을 깎을 때 쓰는 커터이다.

(5) 밀링 머신의 부속 장치

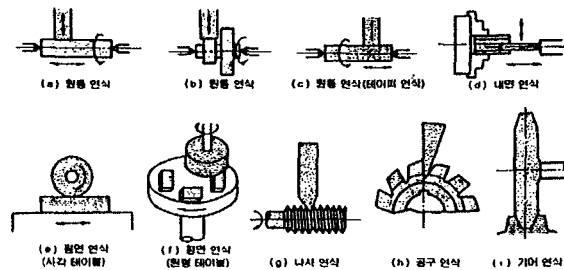
아아버, 어댑터와 콜렛, 밀링 바이스, 회전 테이블, 분할대, 수직축 장치, 등

5. 연삭기

가. 연삭기의 개요

(1) 연삭기의 가공분야

연삭기는 천연 또는 인조 스톤 입자를 굳혀 만든 스톤바퀴를 고속 회전시켜, 주로 원통의 외면, 내면, 또는 판의 평면 등을 정밀 다듬질하는 공작기계이며, 주로 원통의 외면, 내면 또는 판의 평면 등을 정밀 다듬질하는 공작기계이며 보통 강재는 물론 담금질된 강 또는 보통 절삭공구로는 절삭할 수 없는 것을 다듬질 할 수 있다.



[그림-5] 연삭기에 의한 작업분야

(2) 연삭기의 종류

(가) 원통 연삭기: 원통의 바깥 둘레를 연삭

(나) 내면 연삭기: 공작물의 내면과 끝 면을 연삭하는 연삭기로 보통형과 유성형이 있다.

(다) 평면 연삭기: 공작물의 평면을 연삭하는 연삭기로 테이블의 왕복 운동하는 것과 회전 운동하는 것이 있다.

(라) 만능 연삭기: 원통 연삭기의 일종이나 테이블, 주축대, 스톤대가 각각 선회할 수 있게 되어 있고 내면 연삭 장치도 붙어 있다. 보통 원통 연삭, 내면 연삭 외에 외경 테이퍼 연삭, 내경 테이퍼 연삭도 된다.

(마) 센터레스 연삭기: 이 것은 연삭용 스톤차 외에도 1개의 바퀴를 써서 공작물에 회전과 이송을 주어 연삭하는 것으로 작은 지름의 공작물을 다량 생산하는데

적합하다.

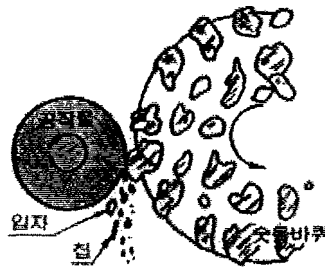
(바) 공구연삭기

(사) 특수 연삭기: 나사, 크랭크, 캠 등의 연삭

(3) 연삭 슷돌

(가) 연삭 슷돌의 연삭 작용

연삭 슷돌이 금속을 깎는 모양은 꼭 하나 하나의 입자가 밀링 커터의 날과 같이 움직여 금속을 깎아낸다. 따라서 슷돌바퀴는 무수한 날을 가진 밀링 커터로 생각할 수 있다. 연삭 슷돌이 연삭과정 중에 입자가 마멸→파쇄→탈락→생성의 과정을 되풀이하여 새로운 입자가 생성되는 과정을 자생작용이라고 한다.



[그림-6] 입자에 의한 연삭

(나) 연삭 슷돌의 구성요소

연삭 슷돌의 구조는 슷돌입자, 결합제, 기공의 3요소로 되어있다. 슷돌입자는 절삭을 하는 날이고 결합제는 슷돌입자를 성형시키며 기공은 칩을 피하는 장소이다.

- 1) 슷돌입자: 알루미나, 탄화규소
- 2) 입도

[표-3] 연삭 숫돌의 입도

호칭구분	항 목	중 목	세 목	극 세 목
입 도	10, 12, 14, 16, 20, 24	30, 36, 46, 54, 60	70, 80, 90, 100, 120, 150, 180, 200	240, 280, 320, 400, 500, 600, 700, 800
용 도 별	거친 연삭	다듬질 연삭	경질 연삭	광택내기

3) 결합도

입자를 결합하고 있는 결합제의 세기를 결합도라고 하며 연삭 숫돌이 단단하고 연한 것은 결합도로 나타낸다.

[표-4] 결합도

결합도 번호	E, F, G	H, I, J, K	L, M, N, O	P, Q, R, S	T, U, V, W, X, Y, Z
결합도 호칭	극 연	연	중	경	극 경

4) 조직

숫돌 내부의 입자 밀도로 입도가 같을 때 일정 용적 내에 입자가 많을수록 조직이 밀하다 하고 반대로 적은 것은 조하다 라고 한다.

[표-5] 조직의 분류

입자의 밀도	밀	중	조
기 호	0, 1, 2, 3	4, 5, 6	7, 8, 9, 10, 11, 12

5) 결합제

결합제란 입자를 결합하여 슛돌바퀴를 형성하는 것으로 비트리파이트(V), 실리케이트(S), 러버(R), 레지노이드(B), 셀락(E), 메탈(M) 등이 있다.

6) 연삭스�돌의 표시법

연삭스�돌의 표시는 구성요소를 기호로 나타내며 일정순서로 나열한다.

WA 60 K 5 V 300×25×100

입자 입도 결합도 조직 결합제 외경 두께 구멍지름

제 4 장 컴퓨터기초

1. 컴퓨터란 무엇인가

가. 계산을 빨리 수행하는 전자장치

나. 사람이 내린 명령(프로그램)을 수행

다. 종류

- (1) PC (80486, Pentium, Pentium II, Pentium III, ...)
- (2) 워크스테이션
- (3) 슈퍼 컴퓨터

라. 컴퓨터의 속도

- (1) MHz : 속도 측정의 단위, 초당 명령어 수행 횟수
(예, 100MHz = 1초에 10억번 명령어 수행)
- (2) 10년에 약 100배정도 빨라지고 있다.

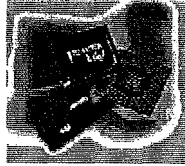
2. 하드웨어

가. 정의

- (1) 컴퓨터를 구성하는 전자, 기계장치에 대한 총칭
- (2) 전기적 신호(0/1)로 모든 정보 표현, 저장

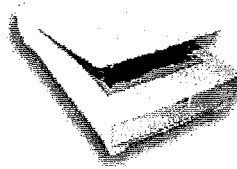
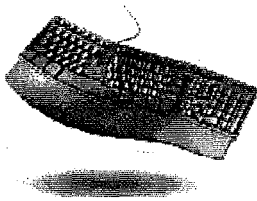
나. 종류

(1) 연산장치+제어장치 : CPU(중앙처리장치)



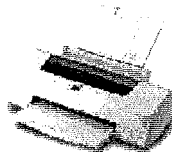
[그림-1] cpu

(2) 입력장치 : 키보드, 마우스, 스캐너, 마이크



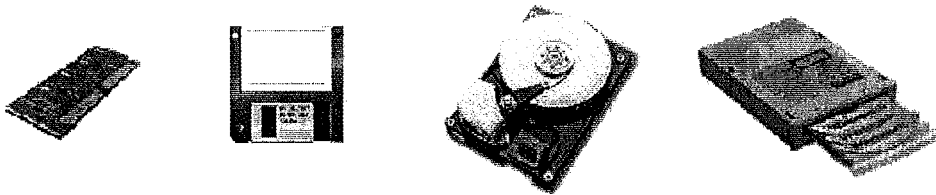
[그림-2] 입력장치들

(3) 출력장치 : 모니터, 프린터



[그림-3] 출력장치(모니터, 프린터)

(4) 기억장치 : 메모리, 플로피 디스크, 하드디스크, CD-ROM



[그림-4] 기억장치들

3. 소프트웨어

가. 정의

- (1) 컴퓨터를 작동시키는 프로그램의 총칭
- (2) 하드디스크, 플로피디스크, CD-ROM 등에 보관

나. 컴퓨터 제어

- (1) 프로그램의 명령어를 통해 모든 하드웨어를 제어
- (2) 소프트웨어 없이는 컴퓨터 작동이 불가능함

다. 종류

- (1) 운영체제 : Win95, Win98, UNIX, MS-DOS, Linux, ...
- (2) 워드프로세서 : 한글, MS 워드, ...
- (3) 데이터베이스 : 오라클, 인포믹스, ...
- (4) 스프레드 쉬트 : 로터스, MS 엑셀, ...
- (5) 웹브라우저 : 넷스케이프, 익스플로러, ...
- (6) 그래픽 : 포토샵, 페인트샵 프로, ...
- (7) 게임 등

4. 운영체제(OS)

가. OS란 컴퓨터의 운영체제(Operating System)

나. 하드웨어와 소프트웨어 사이의 다리역할

다. 종류 : Win95, Win98, UNIX, MS-DOS, Linux, ...

라. 윈도우 환경

- (1) 그래픽 환경 : 복잡한 명령어가 아닌, 그림을 통한 쉬운 작업방식
- (2) 종류 : WindowsNT, Win98, X-Windows
- (3) 최신 OS들은 모두 윈도우 환경을 제공함.

5. 컴퓨터 네트워크

가. 정의

컴퓨터들 간에 통신을 하기위한 망

나. 출현배경

하나의 컴퓨터로 처리할 수 있는 한계를 극복하기 위해 여러대의 컴퓨터를 연결하여
사용함.

다. PC 통신

- (1) 주로 전화선을 통해 PC통신사의 컴퓨터에 접속
- (2) 종류 : 하이텔, 나우누리, 유니텔, 넷츠고, ...
- (3) 기능 : 자료제공, 정보제공, 채팅, 전자우편 등등

라. LAN

- (1) 통신을 위한 전용선 사용
- (2) 회사와 같은 소규모 네트워크를 의미함

마. 인터넷

- (1) 소규모 LAN들을 서로 연결하여 거대한 네트워크를 구성
- (2) 전세계적으로 연결되어 형성됨

6. 인터넷(Internet)

가. 역사

- (1) 미국의 국방성 프로젝트로 시작
- (2) 군사네트워크와 대학의 네트워크 연결로 시작됨

나. 특징

- (1) 전세계적으로 실시간 통신 가능
- (2) 무한한 정보 공유 : 필요한 정보를 찾아주는 직업 등장
- (3) 개방적이며 자율적인 사용

다. 인터넷 주소(IP address)

- (1) IP address : 숫자로 컴퓨터의 주소 표시. 기억하기 어려움

ex) 147.44.231.122

- (2) 도메인 이름 : 기억이 쉽도록 문자를 사용

ex) www.korec.re.kr

www - 컴퓨터이름 : 홈페이지

korec - 기관명 : 재활공학연구센터

re - 기관종류 : 연구소

kr - 국가명 : 한국

라. 인터넷 서비스

- (1) 전자우편 : 인터넷을 통하여 편지(문서파일) 전달하는 서비스
주소형태 - ID@도메인이름 (ex. apple@iris.korec.re.kr)
- (2) telnet : 원격에 있는 컴퓨터에 접속하여 사용하기 위한 서비스 (주로 유닉스용)
- (3) ftp : 원격에 있는 컴퓨터와 파일을 교환하기 위한 서비스
- (4) 뉴스그룹 : 세계적으로 공용되는 전자게시판 서비스. 수만개의 분야로 나뉘어 있음.
- (5) www(World Wide Web) : 글자뿐만 아니라 그림, 소리, 동영상 등의 멀티미디어 정보를 원격으로 전송하기 위한 서비스. 인터넷이 급성장하게 된 원동력이 됨.
 - (가) 브라우저(browser) : www서비스를 보기위한 프로그램
넷스케이프, 익스플로러 등이 있다.
 - (나) www 사이트 : 정보나 자료를 제공하는 컴퓨터

7. 장애인과 컴퓨터

가. 개요

장애인들이 컴퓨터를 사용할 수 있도록 개발된 기구와 장애인 용품을 개발하는데 컴퓨터를 응용한 장비들이 있다.

- (1) 장애인용 컴퓨터 용품 : 점자 프린터, 점자 키보드, 실물화상기, 음성인식기 등
- (2) 컴퓨터를 이용한 장애인용품 개발 장비 : 최근들어 범용성 장애인용품들은 일반 물품들과 마찬가지로 자동화된 생산 라인에서 제작되고 있으며, 각각의 개인의 상태에 따라 제작되어야 하는 의지 소켓 또는 보조기 조차도 컴퓨터 그래픽을 통한 제작이 가능하다.

나. CAD-CAM을 활용한 소켓 제작기

3차원 입체 스캐너로 스템프의 형태를 컴퓨터에 입력하여, CAD-CAM 소프트웨어에서 이를 자동 및 수동작업을 통하여 소켓을 설계한다. 설계된 소켓 데이터는 소켓제작기로 전송되어 자동으로 소켓의 형상을 가진 석고 모델이 완성된다.



[그림-5] CAD/CAM 장치

다. 시각장애와 컴퓨터

시각장애란 감각의 장애이다. 그러므로 감각을 보상하는 것은 컴퓨터 재활공학으로 해결해야 할 수 있다. 시각 장애인들에게 제공되는 컴퓨터 재활공학은 어느 정도 잔존 시력이 있는 사람을 위해 고안되었는지 전맹을 위해 고안되었는지에 따라 두 개의 다른 접근 방식이 있다. 첫 번째는 남아 있는 시력을 최대한 사용할 수 있도록 하는 것이고, 두 번째는 그 감각을 대체하여 정보를 얻는 방법을 제공하는 것이다. 예를 들어, 시각 분야에서 어떤 첨단 공학적 보조기기들을 사용하면 시각적인 정보를 확대하고, 그외의 정보를 청각적 또는 촉각적으로 제공한다면 보다 쉽게 시각장애에 대한 극복이 이루어 질 수 있다. 본 편에서는 컴퓨터를 이용한 시각장애를 극복할 수 있는 기기들을 소개한다.

1) 컴퓨터 화면 확대

확대는 저 시력인들에게 컴퓨터 화면의 정보를 더 쉽게 볼 수 있게 하는데 쓰인다. 여기에는 두 가지 방법이 있다. 확대 하드웨어 주변장치, 그리고 소프트웨어 확대 프로그램이 그것이다. 확대 하드웨어 주변장치로는 컴퓨터 내에 설치되는 회로판이나 컴퓨터시스템에 연결하는 외부 장치일 수 있다. 소프트웨어적 방법에서는 사용자가 응용 프로그램(워드 프로세서나 수학 지도)과 화면 확대 프로그램을 동시에 실행시킨다.

하드웨어적 방법과 소프트웨어적 방법 모두 사용자가 화면의 일부를 골라서 확대하여 모니터에 볼 수 있도록 한다. 컴퓨터를 위한 하드웨어 장치인 Large Print Display Processor(TeleSensory)로는 화면의 텍스트를 16배까지 확대할 수 있다. 그러나 항상 그렇듯이 소프트웨어적 방법이 하드웨어적 방법보다 비교적 싸다. 사실상 모든 Macintosh 컴퓨터의 시스템소프트웨어는 화면 확대 프로그램이 시스템의 일부로 무료로 제공된다.

2) 말하는 광학 문자 인식 시스템

광학 문자 인식 시스템은 인쇄된 문자 정보를 전자 정보로 바꾼다. 말하는 시스템에서는 문서가 광학적으로 스캔되어 인쇄 문자가 문자 인식 소프트웨어로 분석되고, 음성 합성기가 크게 읽는다. 이런 종류의 가장 잘 알려진 시스템은 Xerox/Kurzweil Personal Reader(Xerox Imaging Systems)이다. 사용자가 책이나 문서를 탁상용 평판 스캐너 유리판에 놓거나 손에 쥐는 스캐너로 스캔한다. 손에 쥐는 핸드 스캐너는 사용자들이 위치를 놓치지 않도록 트래킹 보조가 있다.

Xerox/Kurzweil Personal Reader는 세로 열로 배열된 활자나 타자로 친 텍스트를 인식할 수 있다. A4용지 한 장을 스캔하는 데 평균 60-90초 걸린다. 텍스트를 크게 읽기 위해서 DECtalk 음성합성기가 사용되고, 음성 속도는 1분에 120-550단어로 조절할 수 있다. 어떤 Kurzweil readers들의 한 가지 중요한 장점은 컴퓨터와의 호환성이다. 텍스트가 스캔되고 나면, 컴퓨터로 보내서 디스크에 저장하거나 워드 프로세싱에 사용할 수 있다.

The Reading Edge는 Xerox Imaging Systems의 새로운 장치이다. 이것은 휴대용이다. 모든 구성 요소는 24파운드 되는 하나의 일체형 장치에 들어 있다. Xerox/Kurzweil reader와 마찬가지로, The Reading Edge도 DECtalk 음성합성기를 이용하여 1분당 550단어의 속도로 제공한다. 그러나 문서 스캔 속도는 30-35% 빠르고, 이 장치는 3 × 5인치

에서 8.5×17 인치까지의 문서를 읽는 데 사용할 수 있다.

역시 구입할 수 있는 것은 PC를 위해 구체적으로 고안된 광학 문자 인식 시스템이다. 이런 시스템들은 여러 구성 요소를 포함한다. 예를 들어, IBM 호환 컴퓨터를 위한 Arkenstone Reader(Arkenstone, Inc.)는 데스크탑 스캐너, 컴퓨터 안에 맞는 스캐너 인식 판, 그리고 특수 소프트웨어를 포함한다. 스캔된 텍스트를 들으려면 컴퓨터 시스템에 음성 합성기가 포함되어 있어야 한다. 국내에서는 아르미라는 문서인식 프로그램이 맹인용으로 개발 판매되고 있다.

3) 컴퓨터의 음성합성기

음성 합성기는 컴퓨터가 말을 할 수 있게 한다. 그러나 컴퓨터 시스템에 합성기를 장치하는 것은 첫 단계일 뿐이다. 그 합성기를 사용하는 소프트웨어도 필요하다. 소프트웨어로 작동되는 음성 합성에는 두 개의 주요 접근 방법이 있다. 단순 텍스트 낭독프로그램과 화면 낭독 소프트웨어 프로그램이 그 것이다.

단순 텍스트 낭독 프로그램은 합성기가 말을 출력하라고 지시하는 명령이 들어 있다. 많은 단순 텍스트 낭독 프로그램들은 일반 정안인을 위해 고안되었다. 예를 들어, 워드 프로세서 Talking Text Writer(Scholastic)로는 학생들이 합성기가 문서를 크게 읽는 것을 들을 수 있다. 그러나 합성기가 화면의 지시나 메뉴를 읽도록 할 수는 없다. 다른 말하는 프로그램들은 특별히 제한된 시력을 가진 학생들을 위한 것들이다. 이 프로그램들로는 학생들이 합성기를 사용하여 화면에 나타나는 정보는 무엇이든지 접근할 수 있다. 예를 들어, Macintosh 데이터베이스인 Hyper-ABLEDATA(Trace Research and Development Center)의 기능 중 하나는 맹인 접근모드이다. 시각 장애 학생들을 위한 말하는 프로그램은 American Printing House for the Blind와 Access Unlimited와 같은 상에서 구할 수 있다.

화면 낭독 소프트웨어는 더 광범위한 용도가 있다. 어떤 컴퓨터 어플리케이션의 텍스트라도 합성기가 읽을 수 있게 해 준다. 잘 고안된 화면 낭독 소프트웨어로는 사용자가 쉽게 화면에 움직여서 읽기 원하는 부분을 선택하고, 출력의 속도, 음높이, 그리고 음량을 조절할 수 있다. 화면 낭독 프로그램에는 Macintosh를 위한 outSPOKEN(Berkely Systems, Inc.)과 IBM 호환 컴퓨터를 위한 IBM Screen Reader가 있다.

국내 개발 사례를 보면, 대부분 맹인을 위한 비 맹인기관의 개발품들은 텍스트 낭독 프로그램만 개발하고 화면 낭독 프로그램은 없이 맹인에게 충분히 개발된 것으로 오해하는 경향이 있다. 삼성의 사운드피아와 가라사대 등이 그 좋은 예이다. 현재 국내에는 가라사대를 이용한 SRD화면 낭독 프로그램이 도스용으로 무료 보급되고 있으며, 윈95에서는 거원과 삼성 TTS, LG TTS 등을 이용한 화면 낭독 프로그램이 곧 출시될 전망이다.

4) 점자 전자노트

점자 사용자에게 주어지는 최신 필기구 중 하나는 점자 전자노트이다. 점자 타자기에 있는 것과 비슷한 키보드가 있으나, 전자노트는 휴대용으로 고안되어서 작고, 건전지로 작동된다. 예를 들어, 학생들은 전자노트를 교실에 들고 가서 필기를 하고, 과제를 준비하고, 시험을 칠 수 있다. 대부분의 전자노트들은 내부에 설치된 음성합성기로 각자가 쓴 텍스트를 음성으로 출력해 볼 수 있다. 대부분의 전자노트들은 내부에 설치된 음성합성기로 각자가 쓴 텍스트를 음성으로 출력해 볼 수 있다. 대부분의 전자노트로는 또한 텍스트 수정도 할 수 있다. 인쇄하기 위해서는, 전자노트를 프린터나 프린터가 있는 컴퓨터 시스템에 직접연결한다. 가장 인기 있는 전자노트 중에는 BrailleMate (TeleSensory) 와 Braille'n Speak(Blazie Engineering)가 있다. Braille Lite가 최근에는 인기가 있다.

5) 컴퓨터를 이용한 점자 입출력 장치

화면 낭독 소프트웨어는 시각장애인들이 컴퓨터 모니터의 정보를 접근하는 한가지 방법이다. 점자 출력도 시각 장애인을 위한 또 다른 방법 중 하나이다. 컴퓨터 시스템에 점자 화면 장치를 더하면, 그 장치는 화면의 인쇄된 정보를 무지점자(때로는 paperless braille로도 불림)로 바꾼다. Leventhal 등은 "전자 기계적으로 튀어나왔다 들어갔다 하는 핀들로 점자가 만들어져, 점자 화면이 계속적으로 바뀔 수 있다"고 설명한다. 많은 장치들은 한번에 80개까지의 점자 칸을 표시할 수 있다. 점자 화면 장치의 예는 Braillex-IB(Adhoc Reading Shstems, Inc.)와 Navigator (TeleSensory)등을 들 수 있다. 이 장치의 주요 특징 중 하나는 연결성이다. 알맞은 케이블로 일반 프린터나 점자 프린터, 모뎀, 컴퓨터, 디스크 드라이브, 또는 녹음기에 연결될 수 있다. 이는 사용자에게 상당한 양의 융통성을 허락한다. 예를 들어, 학생이 수업 시간에 필기를 하고 나서, 점자 프린

터에 인쇄를 하거나 추가 편집을 하기 위해 컴퓨터를 기초로 한 워드 프로세서에 옮길 수 있다. 또한, SpeakSys 화면 낭독 프로그램으로 Braille'n Speak은 IBM 컴퓨터의 말하는 음성합성기 역할을 할 수 있다. 사용자가 Braille'n Speak 키보드로 입력을 하면 전자 노트의 내부에 설치된 음성 합성기가 화면 내용을 크게 읽는다.

점자 프린터는 종이에 잉크를 사용하는 일반 프린트기와는 달리 점자의 기호를 이루는 작은 점들을 종이의 표면에 찍어 튀어나오도록 하여 만든다. 점자 프린터는 점자 출력을 위해 컴퓨터 본체에 연결해야 한다. Braille Blazer(Blazie Engineering)는 음성 출력이 부착된 점자 프린터이다. 내장된 음성합성기는 사용자에게 종이 없다고 알리고 조종을 세팅하는데 음성으로 상태를 말한다. Romeo Braille Printer(Enabling technologies Company)는 점자와 점자 그래픽을 출력할 수 있다. Braille Express(Enabling Technologies Company)는 interpoint 점자를 제공한다 - 즉, 점과 점 사이를 뚫어 종이의 양면에 점자를 인쇄한다. Ohtsuki Braille / Print Printer(American Thermoform Corporation)는 보통 인쇄와 점자 출력을 같은 페이지에 섞을 수 있어서, 점자를 못 읽는 교사를 둔 학생들에게 특별히 유용한 기능이다.

BEX, 즉, Braille Edit Xpress(Raised dot Computing)는 시각 장애인을 위한 워드프로세싱 프로그램이다. BEX는 Apple 2 시리즈 프로그램이지만, IBM과 Macintosh 컴퓨터와 Braille'n Speak와 같은 전자 노트로부터 파일을 받을 수 있다. 국내에는 소리문이 청주맹학교를 중심으로 개발되어 맹인용 워드와 점역 프로그램으로 사용되고 있다.

큰 활자를 읽는 사람들은, 화면 표시를 줄당 80, 40, 20, 10, 또는 5 활자로 설정할 수 있다. 문서도 큰 글씨로 인쇄될 수 있다. 인쇄를 읽지 못하는 사람들은, Echo(Echo Speech Corporation)와 같은 음성 합성기가 화면의 정보를 음성으로 제공한다. 거기다가, BEX는 텍스트 파일을 점자로, 그리고 점자 파일을 텍스트 파일로 바꿀 수 있다. 이 점은 학생이 과제를 점자로 하고, 글을 읽는 교사를 위해 묵자 인쇄로 바꿀 수 있게 한다.

점역 소프트웨어 프로그램은 묵자 텍스트 파일을 점자로 바꾸는 데 사용된다(반대는 역변환이라 한다). MegaDots(Raised Dot Computing)는 IBM 호환 컴퓨터를 위한 점역 프로그램이고, Duxbury Braille Translator는 IBM과 Macintosh 컴퓨터를 위한 것이다. 이와 같은 프로그램들은 묵자를 읽지 못하는 학생들을 위해 쪽지 시험, 단원 시험, 또는 과제물의 지시 사항 등을 같은 수업 시간의 묵자 자료를 점자로 바꾸는 데 교사들이 사

용할 수 있다.

6) 촉각 그래픽

교실에서 그림, 사진, 지도, 도표, 그래프, 그리고 도형 등 그래픽형식의 정보를 자주 본다. 이런 정보를 시각장애 학생들에게 접근가능하게 하는 가장 흔한 방법은 촉각 그래픽의 사용이다. 촉각 그래픽은 시각적 정보를 촉각 형태로 바꾼다. 예를 들어, 선으로 된 그림을 보지 못하는 학생들을 위해서 교사는 그림의 중요한 직선 부분마다 끈을 붙여 놓을 수 있다. Edman은 Tactile Graphics(1992)란 책에서 시각적 이미지의 촉각적 향상 테크닉들을 설명하고 있다.

입체복사기 또한 촉각 그래픽의 제작에 도움이 될 수 있다. 예를 들어, Pixelmaster (Howtek Inc.)는 점자, 돌출된 목자, 촉각 그래픽의 세 가지 출력이 가능한 프린터이다. 그래픽이 인쇄되면, 촉각적으로 느껴질 수 있도록 종이에서 그림이 돌출 된다. 이 프린터는 또한 그래픽, 목자, 점자를 같은 페이지에 동시에 나타낼 수 있어서 그래픽의 일부를 점자나 돌출된 목자로 표시할 수 있도록 한다. 예를 들어, 교사가 학교 주위의 동네의 지도를 그리고 나서 각 거리 이름을 점자로 표시할 수 있다.

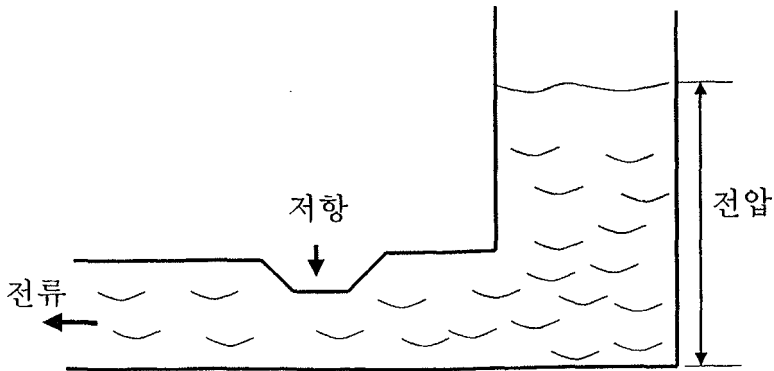
Nomad(American Printing House for Blind)는 촉각 그래픽에 음성을 더하는 장치이다. 그래픽을 접촉-감지판(터치 블러스터)에 올려놓는다. 사용자가 그래픽의 일부를 만지면, 메시지가 들린다. Nomad는 컴퓨터에 연결하여 프로그램 된다. 사용할 때도 컴퓨터에 연결되어 있어야 한다. 이 장치의 한 가지 적용은 말하는 지도이다. 예를 들어, 최근 Closing the Gap 회의에서, American Printing House for the Blind가 Nomad를 사용하여 표준 지도를 읽지 못하는 참가자들을 위해 회의 장소의 시설을 말하는 지도로 전시했다.

제 5 장 전기, 전자 기초 및 제어이론

1. 전기 전자 회로

가. 전압, 전류, 저항

전기 전자 회로에서 전압, 전류, 저항은 물의 흐름으로 비유하는데 이를 그림으로 표현하면 다음과 같다.



[그림-1] 전압, 전류, 저항의 비유

전압이란 전기를 흐리는 힘이 되는 것으로 단위는 볼트(V : Volt)를 사용한다. 우리가 흔히 사용하는 건전지는 1.5V이고 가정용 전원은 110V 또는 220V이다.

전류는 전기의 흐름이다. 전류의 흐름에 의해서 가정용 전기 제품이나 공장용 전동기가 동작하거나 형광등에 불이 켜진다. 전류의 단위는 암페어(A : Ampere) 이다.

전류의 흐름을 방해하는 것을 저항이라고 하며 단위는 옴(Ω)을 사용한다.

전압, 전류, 저항은 테스터기를 사용하여 간단하게 측정할 수 있다.

나. 단위의 표시

전기 전자 회로에서 사용하는 단위는 아래의 표와 같다.

[표-1] 단위표

승수	10^6	10^3	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}
질량	t	kg	g	mg	μg		
전압		kV	V	mV	μV		
전류		kA	A	mA	μA		
저항	M Ω	k Ω	Ω	m Ω			
콘덴서			F		μF		pF
시간			S	mS	μS	nS	

각 단위는 다음과 같이 읽는다.

106 ; 메가(M), 103 ; 키로(k), 10^{-3} ; 밀리(m)

10^{-6} ; 마이크로(μ), 10^{-9} ; 나노(n), 10^{-12} ; 피코(p)

다. 전원

전원에는 건전지와 배터리 등과 같은 직류 전원과 가정용 콘센트에 있는 교류 전원의 두 종류의 전원이 있다. 직류는 (DC : Direct Current) 전기가 흐르는 방향이 항상 일정한 전원으로 휴대용 기기에 주로 사용된다. 교류는 (AC : Alternating Current) 시간에 따라 전기가 흐르는 방향이 변하는 전원으로 주로 한국전력에서 공급하는 전원이다.

교류 전원은 1초당 전기의 흐름이 바뀌는 횟수를 말하는 주파수가 있다. 우리 나라는 60Hz를 상용 전원 주파수로 사용하고 있다. 일본은 50Hz를 사용하고 있다.

직류는 주파수가 없다.

가정에는 직류가 공급되지 않으므로 교류를 직류로 바꾸어 주는 장치를 사용해야 한다. 이러한 장치를 정류기라 한다. 정류기는 교류 전원을 사용자가 원하는 직류 전압으로 바

꾸어 준다. 우리들이 흔히 접하는 어댑터, 휴대폰 충전기가 정류기의 대표적인 예이다.

라. 아날로그와 디지털

아날로그라는 말의 어원을 살펴보면 “서로 다른 값”이라는 의미를 가지고 있다. 아날로그는 연속된 물리량을 나타내는데, 우리 생활 주변의 모든 수치들은 아날로그 양이다. 우리들의 몸무게, 키, 차를 타고 갈 때 속도를 나타내는 속도계, 시간의 경과를 나타내는 시계도 모두가 아날로그 양이다. 이처럼 아날로그 양은 어떤 연속된 수치 중 어떤 값을 말하는 것으로 우리 인간들은 아날로그로 보고 듣고 말하고 있다.

이에 반해 디지털이란 “있다, 없다”의 비연속적이고 단계가 나누어져 있는 형태의 수치이다. 디지털의 어원은 “하나, 둘로 셈하고 있는 손가락”이라고 하는데, 이처럼 디지털은 있고 없고의 구분이 확실한 세계를 의미한다.

컴퓨터는 1과 0의 세계 즉 디지털의 세계이다. 하지만 최종적으로 인간에게 정보를 전달하기 위해 아날로그로 변환되는데, 바로 이때 필요한 것이 D/A(Digital to Analog) 변환이다.

마. 원칩 마이크

오늘날 컴퓨터는 대표적인 문명의 이기로써 사회 각 분야에서 많이 사용하고 있다. 우리들이 일반적으로 알고 있는 컴퓨터는 모니터와 본체 그리고 키보드가 있는 퍼스널 컴퓨터로 주로 정보 처리와 계산 등의 일을 수행한다. 사무실에서는 타자기를 대신하는 워드프로세서, 은행에서는 온라인 업무와 계산을 처리하는 자료 처리기기로 연구소 등에서는 CAD와 같은 설계용 도구로 사용되고 있다. 하지만 실제 컴퓨터의 사용은 이보다 더 광범위하여 여러분의 집에서 흔히 볼 수 있는 세탁기, 전자렌지, 전기 밥솥 등에서도 사용되고 있으며 핸드폰, 팩시밀리 등의 통신 기기는 물론 공장 자동화 현장에서도 컴퓨터가 사용되고 있다. 그러나 핸드폰이나 전기 밥솥 같은 생활기기에서 사용되는 컴퓨터는 우리가 흔히 알고 있는 PC 간이 몸집이 큰 컴퓨터가 아닌 “원칩 마이크”인 것이다.

실제로 원칩 마이크는 그 크기가 엄지 손톱만한 작은 것부터 성냥갑 정도의 크기까지 여러 크기가 있으며 그 기능면을 보면 컴퓨터의 기본 요소를 모두 갖추고 있다.

원칩 마이크와 컴퓨터의 차이는 바로 규모의 차이이다. 우리가 알고 있는 펜티엄 PC는

수십 기가의 하드 디스크와 수 메가의 메인 메모리, 그리고 각종 입출력 보드 등을 장착할 수 있지만 원칩 마이크로컴은 수 킬로바이트의 메인 메모리와 수 10~40 개 정도의 입출력 포트 등 작은 규모를 가지고 있다. 하지만 컴퓨터가 갖추어야 할 기본 요소인 CPU, ROM, I/O, TIMER 등의 구성 요소는 모두 갖추고 있다.

원칩 마이크로컴이라는 용어 자체가 의미하듯이 “원칩”, 즉 하나의 칩 안에서 “마이크로컴”의 기능을 수행하는 반도체 소자라는 뜻이다.

원칩 마이크로컴은 일명 마이크로프로세서(Microprocessor)이다.

[표-2] 원칩 마이크로컴의 응용 예

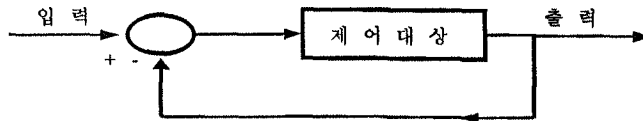
분 류	응 용 예
통신 기기	핸드폰, 팩시밀리, 교환기, 자동응답기 등
가전 기기	전기 밥솥, 식기 건조기, 세탁기, 냉장고, 보일러, 다리미, VTR TV, 리모콘, 전자 레인지, 전기 담요, 선풍기, 에어컨 등
PC 주변기기	마우스, 키보드, 스캐너, 프린터, 모니터 등
자동차	자동차의 전자장치, 리모콘 도난 경보기, ABS 브레이크 등
H A	가정용 경보기, 비디오폰, 전자 자물쇠, 자동 검침 장치 등
공장 자동화	온도 컨트롤, 공정 제어 컨트롤, 로봇틱스 등
기 타	배터리 충전기, 전자 작동 완구 등

2. 전기 전자 제어

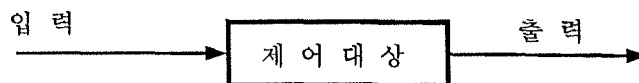
제어라는 것은 사용자가 다루고자 하는 대상이나 기구를 사용자가 원하는 방향으로 동작하도록 설계하는 것이다. 제어에서는 반드시 입력과 출력이 있으며 입력에 의한 출력이 사용자가 요구한 만큼 정확하게 동작한다면 최적의 제어를 설계했다고 할 수 있다. 그러나 실제로는 정확하게 동작하는 제어를 설계하는 것은 상당히 어려운 일이다.

그래서 입력에 의한 출력과 사용자가 원하는 출력을 비교하여 다시 입력을 주는 형태의 제어를 많이 설계한다. 이러한 제어를 피드백 제어(Feedback Control) 혹은 폐루프 제어(Closed Loop Control)라 한다. 이와 반대로 출력을 입력과 비교하는 기능이 없는 제어

를 오픈 루프 제어(Open Loop Control)라 한다.



[그림-2] 되먹임 제어.



[그림-3] 오픈 루프 제어.

제어에서 입력은 주로 전기적인 신호, 전력 등이고 제어 대상은 전동기나 솔레노이드 등이다. 출력은 기계적인 운동, 위치, 속도 등으로 나타난다.

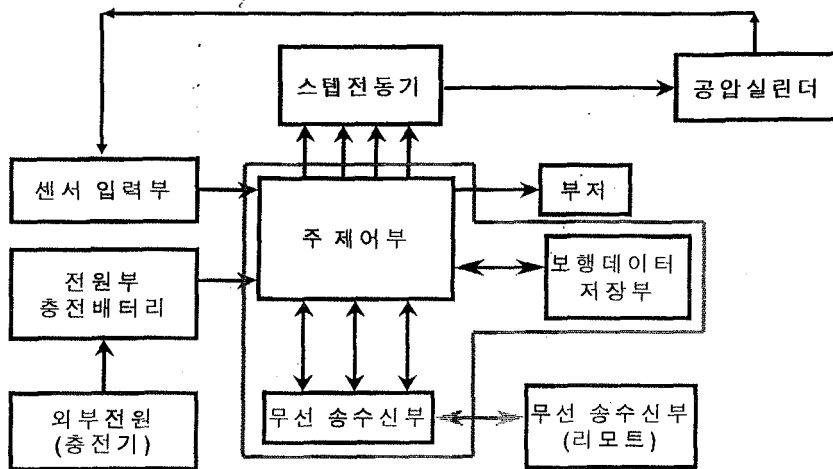
실제로 전동기를 대상으로 하는 제어시스템에서 전기적인 힘이 기계적인 힘으로 발생하는 과정에서 전기적인 손실이 발생하고, 아울러 기계적인 힘이 발생한 상태에서 회전력으로 출력될 때는 기계적인 손실이 발생한다. 이러한 과정에서 발생한 전기적인 손실이나 기계적인 손실은 사용자가 원하는 만큼의 출력 즉, 회전력을 저하시킨다. 결국은 손실만큼 보상을 해야 원하는 출력을 구할 수 있을 것이다.

다음은 전기 전자 제어를 통하여 설계된 전자 대퇴 의지 제어기를 소개한다.

가. 개요

대퇴 절단환자의 신체적 재활을 돕기 위해 그 동안 많은 종류의 의지가 개발되어 왔다. 그러나 기존의 의지들은 환자의 보행패턴에 맞추어 보행속도를 조절하는 것이 거의 불가능하여 많은 불편을 겪어 왔다. 이를 해소하기 위하여 개발된 것이 공압식 대퇴의지에 원격 마이컴을 장착한 공압식 전자 대퇴의지(MCP: Microprocessor Controlled Prosthesis)

이다. 이러한 공압식 대퇴의지를 제어하기 위해서 설계된 제어기는 사용자의 보행 속도를 항상 확인하고 적절하게 공압 실린더의 니들 밸브를 동작시켜 사용자의 보행을 자연스럽게 하여 정상인과 유사한 보행을 하도록 설계되었다. 제어기의 소모 전력을 최소화하고 배터리의 수명을 연장시키기 위하여 마이크로프로세서는 SLEEP모드가 내장된 PIC16LC73A를 선정하였다. 그리고 사용자의 보행 속도를 감지하기 위하여 영구 자석과 홀 IC를 사용하였고, 홀 IC의 출력 중에서 사용자 보행의 유각기에 해당하는 구간을 보행 속도로 설정하였다. 설정된 보행 속도에 맞게 SPS20 스텝 전동기를 공압 실린더 니들 밸브의 위치를 제어하였다. 제어기의 전원은 충전이 가능한 3.6V 리튬 이온 전지를 사용하였다. 상용 전원을 이용한 전용 충전기를 사용하여 리튬이온 전지를 충전하도록 설계하였다. 그림 4는 제어기의 블럭다이어그램이다.

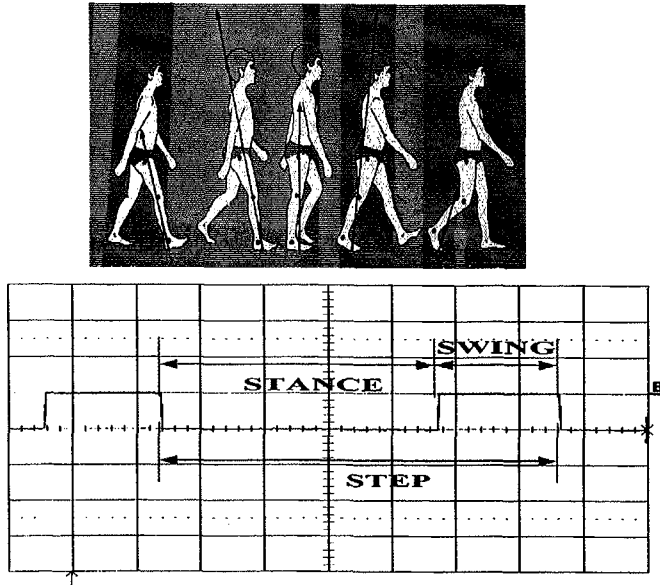


[그림-4] 제어기의 블럭다이어그램.

나. 원리

[그림 5] 에서 보는 것처럼 보행은 일반적으로 스윙과 스탠스로 구분한다. 센서는 보행 상태를 펄스 형태로 주제어기에 보내고 제어기는 스탠스 시간을 측정하여 보행 속도를 판단한다. 따라서 제어기는 현재의 보행속도에 적당한 위치로 스텝 전동기를 구동 시켜서 공압 실린더의 공압을 제어한다. 공압이 제어되면 사용자의 스윙상태가 제어되므로 보행

이 자연스러운 상태가 유지된다.



[그림-5] 보행과 센서의 출력 파형

3. 재활공학에서의 전기 및 전자

인체는 하나의 전기 시스템으로 볼 수 있으며 재활공학의 측면에서도 다른 의료공학에서와 같이 인체의 전기적 특성을 잘 이해하여 각종 진단이나 치료에 응용이 되고 있다. 여기서는 먼저 인체를 하나의 전기적인 시스템으로 볼 때 시스템 내에서의 신호전달 체계 및 입출력이 이루어지는 과정에 대하여 즉, 정상적인 생명활동을 위해 모든 생명체가 필요로하는 생체항상성(homeostasis)을 유지하는 과정에서의 신호들의 발생 및 전달체계를 전기공학적인 관점에서 이해하고 한다. 또한, 인체의 각 부분들이 어떠한 원리에 의하여 제 기능을 하고있으며, 인체에서 발생하는 여러 가지의 생체신호중 진단을 위하여 사용되는 대표적인 전기신호들에 대하여 알아본다.

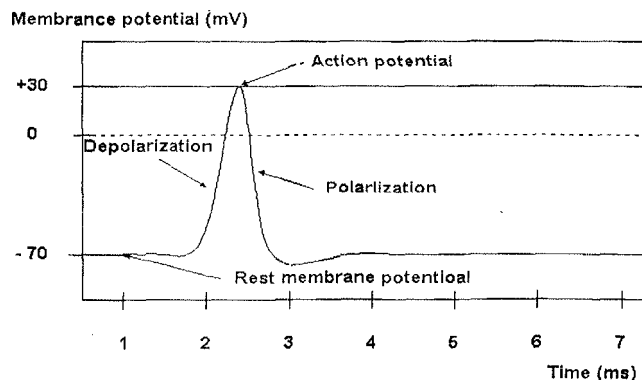
가. 인체와 전기

모든 생명체는 다양한 크기와 모양을 가지고 있는 세포(cell)들의 조합으로 구성되어

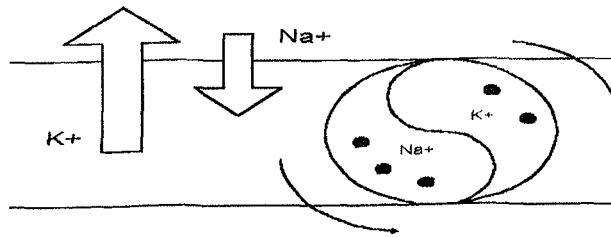
있는데 이들 세포는 모든 살아있는 조직의 구조와 기능을 결정짓는 가장 기본적인 단위이며, 인체의 모든 조직들은 세포의 활동에 의하여 그 생명을 유지하게 된다. 또한, 우리 몸이 정상적인 기능을 유지하기 위해서는 인체내의 모든 기관들이 상호보완적인 의사소통(communication)을 할 수 있는 신호가 필요한데, 이는 각 세포단위에서 발생하는 활동전위(AP, action potential)에 의하여 이루어지고 있다. 이러한 활동전위는 세포막을 통한 이온들의 움직임에 의해서 발생, 전달되어지고 있으며, 궁극적으로는 전기적인 신호의 개념으로 설명되어질 수 있다.

1) 막 전위

모든 세포는 간질액(間質液, interstitial fluid)이라는 전해질(electrolyte)인 세포외액(extracellular fluid)중에 존재하고있으며, 세포의 내부는 세포내액(intracellular fluid)으로 채워져 있다. 세포내액과 세포외액의 이온 농도는 세포막(cellmembrane)에 존재하는 이온통로(ion channels)를 통한 확산(diffusion)과 삼투(osmosis)현상에 의하여 유지되고 있다. 즉, 휴지막 전위(RMP, resting membrane potential)를 유지하고 있던 세포에 일련의 자극이 발생되면 세포의 막 전위(membranepotential)가 변화하여 활동전위가 발생되고 이들 전위가 최종 목적지까지 전달되어서 우리몸이 자극에 대한 적절한 반응을 하게되는 것이다. 따라서, 우리가 그림 1과 같이 나타나는 세포 단위에서의 전기적인 특성을 이해하고 있을 때에 전기진단 및 전기치료에 대한 기준을 설정할 수가 있는 것이다.



(a)세포막을 통과하는 이온의 이동 및 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프



(b)활동전위

[그림-6] 휴지막전위의 유지를 위한 이온들의 움직임 및 활동전위의 발생.

막 전위는 주로 Na^+ 과 K^+ 의 농도차에 의하여 나타나는 값으로서 모든 세포는 대략 $-70 \sim -90\text{mV}$ 의 일정한 막 전위를 유지하고 있는데 이를 휴지막 전위라 한다. 이는 세포막을 경계로하여 세포내부가 세포외부에 비해 양(+) 이온의 농도가 상대적으로 더 낮음을 의미한다. 이때 대뇌피질에서의 신경신호의 전달, 외부로부터 가해지는 전기적인 자극, 약물의 투여, 혹은 그 이외의 여러 가지 조건에 의하여 이온 농도에 변화가 발생되면 탈분극(depolarization) 현상이 일어나면서 약 $+30\text{mV}$ 의 진폭을 갖는 활동전위가 발생하게 된다.

그림 1(a)에 확산에 의하여 세포막을 통과하는 이온들의 이동현상이 설명되어 있는데, 세포 내부에 있는 K^+ 은 세포외부로 이동하게 되고, 세포 외부에 있는 Na^+ 은 세포 안으로 이동하게 된다. 이때 K^+ 은 Na^+ 에 비하여 약 75배 가량의 많은 이동이 이루어지므로 세포의 내부는 외부에 비하여 (-)로 대전되게 된다. 또한, 휴지막 전위의 유지를 위하여 Na^+-K^+ 펌프가 작용하며 이는 3개의 Na^+ 이 세포 외부로 이동 할 때 2개의 K^+ 이 세포 내부로 이동하는 원리로 동작된다. 결과적으로 -70mV 의 휴지막 전위가 유지되는 것이다. 이때 휴지막 전위에 변화가 나타나면 그림 1(b)와 같은 활동전위가 발생된다. 그림에 나타나 있듯이 활동전위의 상승부분은 Na^+ 이 세포막 외부로부터 내부로 유입되면서 탈분극되는 상태이며, 하강부분은 K^+ 이 세포막의 내부로부터 외부로 이동하면서 재분극(repolarization)되는 상태를 보이고 있다. 이들 활동전위는 신경을 통하여 인접부위의 세포로 전달됨으로서 생체 내에서의 정보의 전달이 이루어지는 것이다.

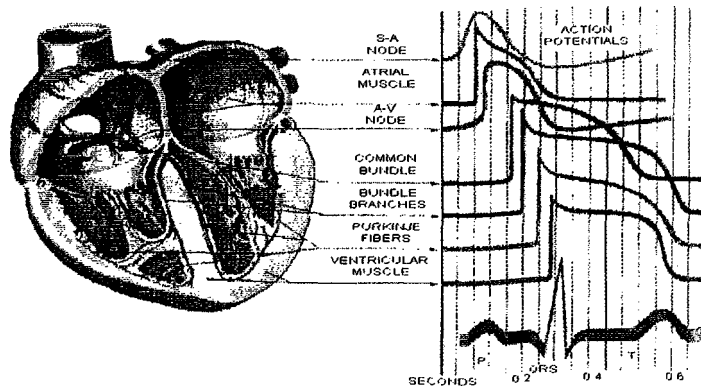
우리가 느끼게 되는 자극의 강도는 활동전위의 발생 빈도(frequency)에 의해 결정되며, 자극의 전달속도는 세포막의 용량이 적고, 축색(axon)의 직경이 클수록, 그리고 세포의 유수화(myelination) 정도가 높을수록 증가하게 된다. 일반적으로 피부, 골격근, 관절 등에서는 15~130m/s의 빠른 전도속도를 보이며, 내장기관이나 땀샘, 혈관 등에서는 3~15m/s의 느린 속도로 전달된다.

2) 생체전위

생명체내에서 이온의 이동 및 활동전위의 전달에 의하여 발생하는 전위를 총괄하여 생체전위라 하는데, 이러한 생체전위는 인체의 어느 곳에서도 검출되어질 수 있으며, 검출 부위와 검출방법을 적절히 선택함에 따라서 나타나는 각 신호들에 대한 의미를 부여할 수 있는 것이다. 본 절에서는 몇 가지의 대표적인 생체전위에 대하여 각각의 발생원리와 의미에 대하여 알아보기로 한다.

가) 심전도

심전도(ECG, electrocardiograph)는 심장에서 흥분도가 발생되고 소실될 때 생기는 전위의 변화를 체표면에서 기록하는 것이다. 따라서, 심전도는 측정부위로부터 심장까지의 거리 및 전위가 일어나는 부위에 펼쳐지는 각도, 정상부위와 흥분된 부위의 전압차, 여러 활동전위의 동기화(synchrony) 여부, 그리고 각 심장세포의 활동전위의 모양의 차이에 의해서 영향을 받는다. 그림 2에서는 심장의 pacemaker라고 하는 SA-node로부터 심실근육까지 활동전위가 전달되는 경로를 따라 각 부위에서 발생하는 다양한 모양의 전위를 보여주고 있다. 그리고, 심장박동의 한 주기동안 나타나는 P-QRS-T로 이루어지는 전형적인 심전도 파형이 나타나 있다.

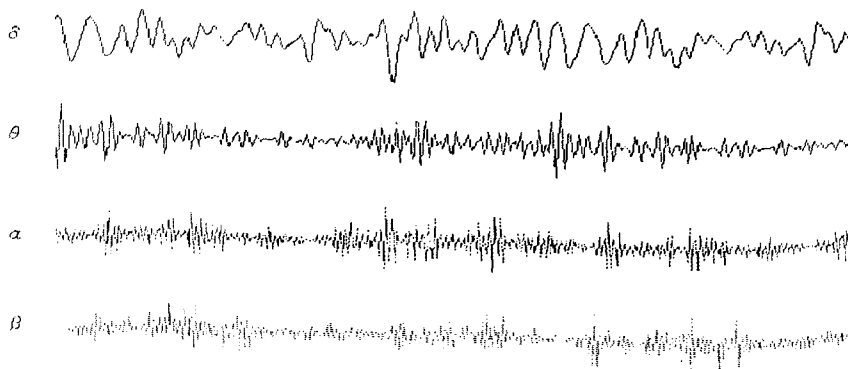


[그림-2] 심장의 각 부위에서의 활동전위 및 이에 따라 발생하는 심전도 파형.

임상에서 심전도는 심장근과 전도계를 통한 흥분의 비정상적인 전파, 심방 및 심실의 크기의 변화, 심장근의 손상, 그리고 심장박동수의 이상 등을 밝히는데 유용하게 사용되고 있다.

나) 뇌 전도

뇌 전도(EEG, electroencephalograph)는 대뇌에서 발생하는 전위를 대뇌피질(cerebral cortex), 또는 머리표면(intact scalp)에서 기록하는 방법을 말한다. 이러한 뇌전도는 피험자의 상태에 따라서 특정 주파수범위를 갖는 δ , θ , α , β 파형을 나타내며 그림 3에 각 파형이 나타나 있다.

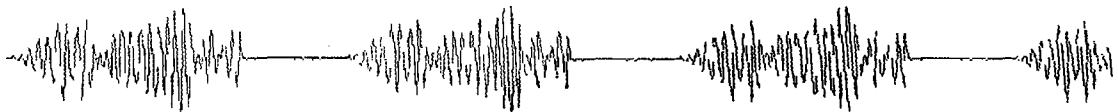


[그림-7] 뇌전도에서 나타나는 δ , θ , α , β wave.

그림에서 볼 수 있듯이 δ -wave는 깊은 수면상태에 있을 때나 갓난아이에서 주로 나타나며 4Hz 이하의 주파수대를 보이고, θ -wave는 4~8Hz의 파형으로서 정서적으로 불안한 상태에 있거나 주위가 산만할 때 주로 나타난다. 그리고, α -wave는 정신적으로 안정되고 눈을 감고있는 상태에서 뚜렷이 나타나고 8~13Hz의 주파수를 포함하며, β -wave는 13Hz 이상의 주파수로서 뇌의 활발한 활동에 의한 빠르고 불규칙한 형태로 나타난다. 특히, 뇌 전도를 이용하면 수면의 상태를 점검할 수 있는데 정상인에게서 나타나는 주기적인 생리적 변화로부터 벗어나는 파형이 검출되는 경우에는 뇌의 병리적인 상태를 예측할 수 있다. 일반적으로 뇌 전도는 뇌사, 뇌종양, 간질, 다발성 경화증, 무의식 등의 진단에 널리 이용되고 있다.

다) 근전도

근전도(EMG, electromyograph)는 근육의 수축과 이완시에 일어나는 이온의 이동으로 인하여 발생하는 전위로서 전형적인 파형이 그림 4에 나타나 있다.



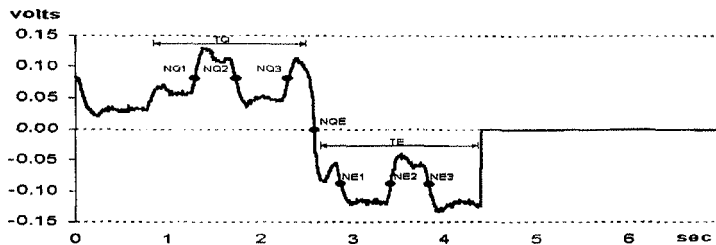
[그림 8] 근육 수축시 나타나는 전형적인 근전도 파형.

근전도 파형의 형태 및 크기는 전극이 부착된 피부표면의 아래에서 나타나는 탈 분극 파의 크기, 피부표면과의 거리, 그리고 각 근섬유에서 발생하는 근육활동전위(map, muscle action potential)의 크기에 의해서 결정된다. 이러한 근전도는 근육의 기능, 신진 대사, 피로상태 및 신경근육계 질환의 진단에 사용되며, 생체계환(biofeedback)을 통한 치료 및 재활보조기구의 동작에도 널리 이용되고 있다.

라) 안구전도

안구전도(EOG, electro-oculograph)는 표면전극을 안구 주변에 부착하여 안구가 움직일 때마다 발생하는 각막-망막전위(CRP, corneal-retinal potential)를 측정하여 기록하는 것을 말한다. 이때 전극을 양쪽 눈의 가장자리에 부착하면 안구의 수평운동을 알 수 있으

며, 눈의 위아래에 부착하면 안구의 수직운동의 변화를 관찰 할 수 있다. 그림 5에 안구 전도의 파형이 나타나 있는데, (+)값을 나타내는 부분은 안구가 우측으로 이동할때를 나타내며, (-)부분은 안구를 좌측으로 이동할 때 나타난다.



[그림-5] 안구의 좌우 이동을 나타내는 안구전도.

나. 전기자극 및 전기치료

의학에서의 전기(electricity)는 크게 두 가지의 관점에서 보아질 수 있는데, 그 하나는 앞서 언급된 인체 내부에서 발생하는 생체전위의 검출이고 다른 하나는 전기적인 현상을 인체에 가해주는 것이라 할 수 있다. 즉, 전기적인 신호를 인체의 특정부위에 인가함으로써 그 부위 및 관련조직에 해당하는 신경, 근육계통의 진단 및 치료에 적용 할 수 있는 것이다. 그 중에서 전기자극은 아래의 목적을 위하여 사용되어지고 있다.

1) 말초신경의 경피자극(percutaneous stimulation of peripheral nerves)

신경의 피하자극을 통하여 각 신경의 지배를 받고있는 근육의 수축을 확인한다. 부분적인 신경 차단이 있을때는 그 수축하는 정도를 관찰하며, 건(tendon)의 수술 결합 이후에 그 기능을 검사할 수도 있다.

2) 근육자극(muscle stimulation)

전기자극을 골격근에 인가할 때 나타나는 근육의 양적, 질적 반응으로 근육의 상태를 진단한다. 일반적으로 신경은 1msec 이하의 자극으로도 흥분하므로 신경에 연결된 근육이나 근섬유는 전류자극에 충분히 반응이 가능하다. 그러나, 신경에 퇴행변화(degenerative change)가 있을때는 주어지는 자극에 예민하지 못하고 전류자극에 접촉하

지 못하게 된다. 이때 자극을 근섬유에 직접 가함으로서 신경의 상태를 진단한다.

3) 피부저항검사(skin resistance)

말초신경 마비나 신경절질환(segmental nerve disease)에서 볼 수 있는 감각장애를 기록한다. 정상피부의 저항은 한선(sweat glands)의 국부분포에 따라 다르지 만 대략 10~20M Ω 이며, 완전마비로 인한 무한증(anhydrosis)에서는 높은 피부저항 값을 보인다.

4) 운동 및 감각신경전도속도

신경을 자극할 때 근육이나 신경을 따라 전달되는 활동전위를 기록하는 방법으로서 신경의 자극전도능력에 대한 정보를 얻고자하거나 신경마비의 부위를 찾을 때 사용한다. 이상에 언급된 내용들은 단순전기자극을 가했을때의 신경이나 근육의 반응상태를 관찰하기 위한 방법을 나타내고 있다. 그리고, 전기자극을 치료에 이용하는 경우도 많이 있는데, 이는 인체조직에 열효과 및 자극효과를 일으켜서 적절한 생리적 반응을 유발하고자 할 때 사용한다.

5) 경피전기신경자극(TENS, transcutaneous electrical nerve stimulation)

높은 주파수와 낮은 강도로 통증부위에 전극을 통하여 자극을 가함으로서 환자에게는 기계적 자극으로 작용하여 중추성 척수억제로서 진통효과를 나타낸다.

6) (FES, functional electrical stimulation)

신경손상으로 인하여 근육이 제 기능을 발휘하지 못할때 원하는 근신경 부위에 전기적인 자극을 가함으로서 인위적인 근육의 수축을 유발시킨다.

위에 언급된 방법들 이외에도 전기자극은 상처치료 효과의 촉진이나 뼈의 재생력을 강화하는데도 사용되고 있다. 이러한 전기자극을 임상에 적용하는 과정에서 중요한 사항은 전기자극을 위한 전류를 흘릴 때 전압 파형과 주파수가 어떠한 영향을 미치는가에 대한 연구가 선행되어야 한다는 것이다. 일반적으로 지속적인 평류(galvanic current)는 자극부위에서의 화학적인 변화를 일으키고자 할때 이용되고, 단속평류(interrupted direct current)는 근육의 짧은 단수축(muscle twitch)을 유도하고자 할 때, 그리고 정현파형이나

감응전류(faradic current)의 형태는 근육을 자극하여 근육수축을 정상적으로 일으키게 하고자 할 때 사용된다.

결국, 외부에서 인위적으로 인체에 전기적인 자극을 가해서 치료를 하고자 할 때에는 치료의 목적에 부합하는 가장 효율적인 전류의 특성을 찾아내는 것이 매우 중요한 요인으로 작용한다는 것이다. 이는 단순한 의학적 지식만으로는 이루어질 수 없는 것이며 제시되는 전기자극의 특성 뿐만아니라 주어지는 전류가 조직을 따라 흐를 때 각 부위에서의 전류의 크기 및 분포형태등도 고려되어야 하는 것이다. 즉, 전기공학적인 지식이 바탕 될 더욱 객관적이고 정확한 연구가 수행될 것이라는데 의심의 여지가 없는 것이다.

■ 참 고 문 헌

1. 기술시험연구소 편, 기계공작법 연습, 서울, 도서출판 원화, 1987
2. 서 남원, 이 무석, 김 형중, 장복득, 이 경희, 조인성 공저, 표준 기계공작법, 수정판, 서울, 동명사, 1991
3. 신 철호, 초보자를 위한 PIC 마이컴 길라잡이. 신철호 지음 서울, 성안당 1998
4. 의지장구사 강습회 텍스트, 공학편, 일본 동경, 재단법인 테크노에이드 협회 소화 63년 pp.45~46
5. 정 선모, 남 평우, 최 재찬 공저, 기구학, 서울, 청문각, 1994
6. Benjamin C. Kuo, Jacob Tal 편저, DC MOTORS AND CONTROL SYSTEMS, SRL Publishing, USA, 1978
7. C. W. Radcliffe, Biomechanics of Knee Stability for a Transfemoral Amputee, 제1회 국제 재활공학/보행분석 심포지움 초록집, 1996년 11월 15일 서울 조선포텔에서 열림, p.15
8. R. Cooper, Rehabilitation Engineering Applied to Mobility and Manipulation, Medical Science Series, Bristol and Philadelphia, Institute of Physics Publishing, 1995 p.1

재 료 학

류재청(재활공학연구센터 책임연구원)

제 1 장 재료 역학

1. 재료 역학의 기초

평형 상태의 힘이 재료(변형이 가능한 재료)에 가해졌을 때 그 재료의 변형에 대한 학문을 다루는 것으로, 재료 역학에서는 다음의 3가지 개념에 대해서 배운다.

가. 힘 또는 하중

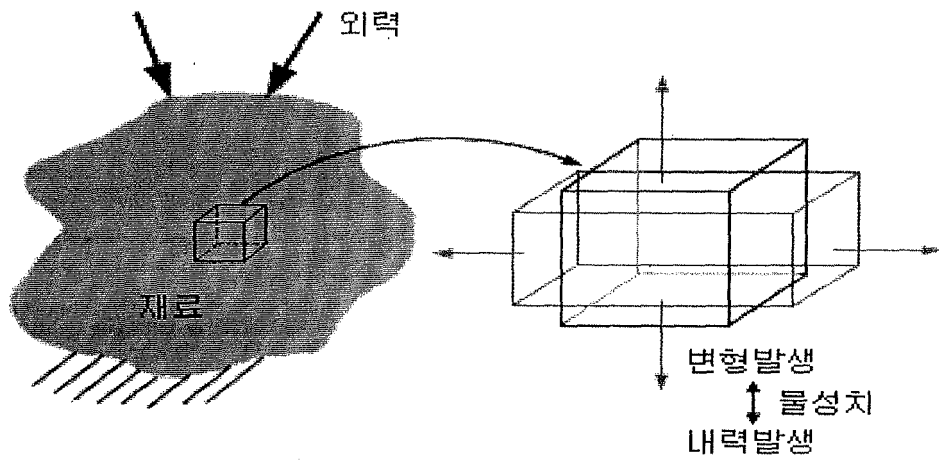
물체 외부에 가해지는 외력, 물체 내부에 존재하는 내력으로 분류되며, 일반적으로 힘은 직진력(force)과 회전력(moment)을 포함한다. 응력(stress)은 단위 면적 당 하중을 나타낸다.

나. 고체 (재료)

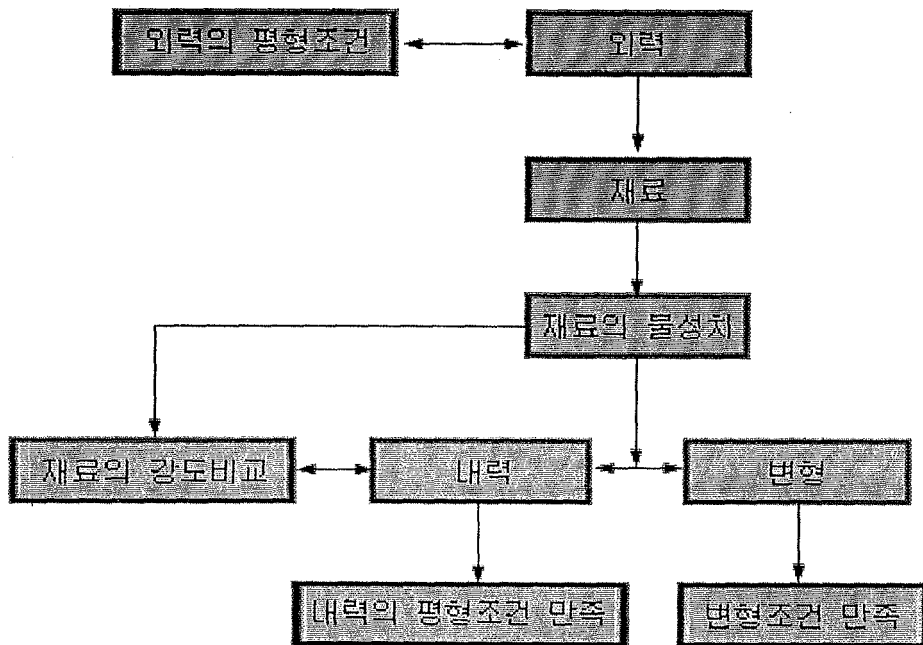
재료의 물성치는 내력과 변형률의 관계식으로 나타내어진다.

다. 변형

물체 내부에 존재하는 내력에 의하여 물체가 변형하며 그 변형은 변형 조건을 만족하여야 한다.



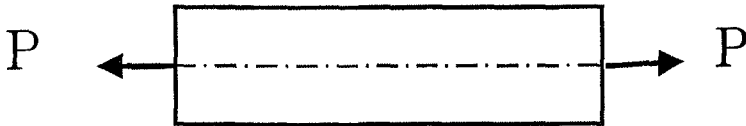
[그림 1] 외력에 의한 내부변형 및 내력 발생



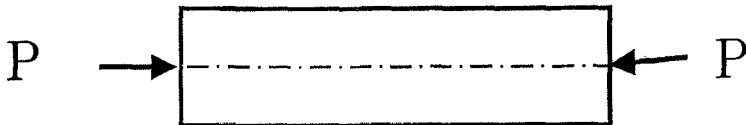
[그림2] 고체역학 개념의 흐름도

2. 하중의 방향

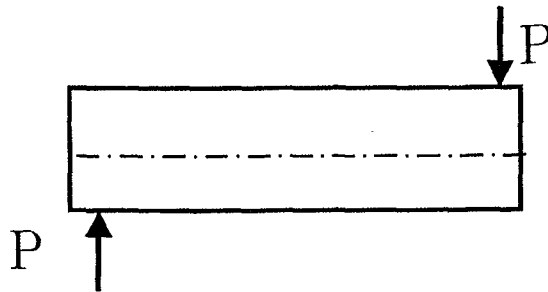
가. 수직하중. 인장하중



나. 압축하중



다. 전단하중



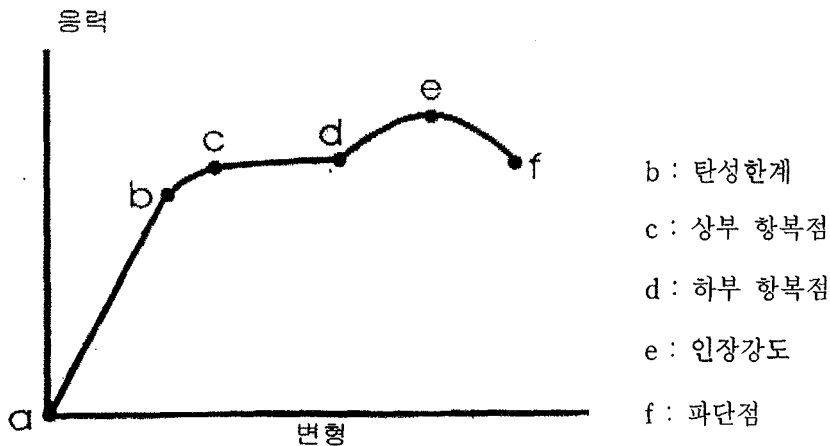
3. 응력 집중(Stress Concentration)

응력은 재료의 각 부분에 있어서 일정하지 않으므로, 주위와 비교하여 응력이 크게 발생하는 부분을 응력 집중이라 한다. 응력 집중이 일어나는 곳은 가장 파손이 일어나기 쉬운 부분으로써 의지나 보조기 부품의 설계/제작시 응력 집중이 생기는 구조를 미리 예측하여 피하는 것이 중요하다.

4. 응력-변형 곡선(Stress-strain Curve)

가. 인장시험과 응력-변형 곡선

- (1) 인장시험(Tensile Test) : 일정 형상의 재료에 파단(깨짐)이 일어날 때까지 인장 하중을 가하여 재료의 성질을 알아내는 시험
- (2) 응력-변형 곡선 : 인장시험에 의해 인장 응력과 재료의 변형 관계를 표현한 그림으로써 이것에 의해 재료의 많은 특성이 구해진다.



[그림-3] 응력-변형 곡선도

나. 탄성 변형과 탄성계수

초기 시험 즉 응력이 작은 범위에서 재료는 탄성변형을 한다. 하중의 증가에 비례하여 연신(deformation)이 증가되며 [그림-3]과 같이 직선적으로 탄성한계 b점에 이르게 된다. 이 탄성한계 내에서 하중을 제거하면 연신은 거의 0이 되어 원상태로 복귀되는데 이런 성질을 탄성(elasticity)이라 하며, 탄성 한계 내에서는 후크의 법칙이 $E = \sigma(\text{응력})/\epsilon(\text{변형량})$ 이 성립한다. 즉, 하중을 가하였을 때 단위 면적에 작용하는 하중의 크기를 응력(stress)이라 하고, 작용 하중에 대한 표점거리의 변화량의 원 표점거리에 대한 비를 변형량(strain)이라 하며 후크의 법칙에 의하여 응력과 변형량의 비는 탄성한계 내에서 일정치가 된다. 이 일정치를 영률(Young's modulus) 또는 종. 횡 탄성계수라 한다.

다. 소성변형과 전위

탄성한계를 지나 더욱 하중을 가하여 주면 시편에 소성변형(plastic deformation)이 생기면서 상부 항복점에 이르게 되고, 이 때 금속 내부의 슬립으로 인한 소성 유동이 생기면서 전위(dislocation)밀도가 상승되고 하부 항복점(yield point)에 도달하게 된다. 하부 항복점을 지나면 영구변형은 더욱 증가되고 하중을 제거하여도 원상태로 복귀되지 않는 소위 소성유동에 의한 변형이 생기므로 영구변형이 잔류하게 된다. 금속은 통상 규칙적으로 배열되어 있지만 부분적으로 그림과 같이 전위라고 하는 구조 결함이 존재한다. 이 전위에 큰 하중을 가하면 금속 원자간의 결합이 절단되어 전위가 횡으로 이동하며, 이것이 소성변형이다.

라. 항복응력과 인장강도

탄성변형과 소성변형의 사이에 항복이라고 하는 급격하게 응력이 감소하는 현상이 생기게 된다. 이 때의 응력을 항복응력이라고 하며, 재료의 강도를 나타내는 것 중의 하나로 사용된다. 그러나 명확한 항복점을 나타내지 않는 재료들도 많다. 하중을 가할 때 응력이 최대가 되는 점이 있는데 이 때의 응력을 인장강도라고 하며, 이 이상의 응력을 가하면 재료는 파괴(failure)된다.

[표-1] 각종 재료의 기계강도

재 료	인장강도 (kgf/mm ²)	항복점 (kgf/mm ²)
연강(S10C)	32이상	21이상
경강(S45C)	58이상	35이상
주철(FC20)	20~25	-
황동	31~37	8~15
알루미늄	5	-
두랄루민	42이상	-
티탄합금	90이상	-
폴리에틸렌	0.8~2.5	-
폴리프로필렌	3.0~3.9	-
에폭시 수지	2.8~9.1	-

5. 재료시험과 파괴

가. 인장시험

인장시험에서 재료의 기계적 특성을 알기 위하여 가장 많이 쓰이는 일반 측정으로는 최대 하중, 인장강도, 항복강도 및 내력(0.2% 신율에 상응하는 응력), 연신율, 단면수축율 등의 측정이며, 정밀측정으로는 비례한도, 탄성한도, 탄성계수 등을 측정하는 것이다.

현재 많이 사용되고 있는 시험기로는 유압식 만능시험기(UTM) 암슬러(Armsler)형, 발드윈(Baldwin)형, 올센(Olsen)형, 모어 페더하프형(Mohr Federhaff)형, 시마즈(Shimazu)형, 인스트론(Instron)형 등이며 주로 산업 현장에서는 암슬러형을 연구목적용 정밀시험으로 [그림-4]와 같은 인스트론 형이 많이 쓰인다.

인장시험을 하려는 재료의 인장시험편은 KS B 0801에 의해 시편을 채취하고 이것을 일정한 규격의 형상과 치수로 가공한다. 선재, 체인, 리벳의 용접 및 접합부 등은 기계가 공 하지 않고 소재를 직접 시편으로 사용하는 경우도 있다.

$$(1) \text{인장강도}(\sigma_{\max}) = \text{최대하중/원단면적} = P_{\max}/A_0 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

$$(2) \text{항복강도}(Y) = \text{상부 항복점/원 단면적} = P_y/A_0 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

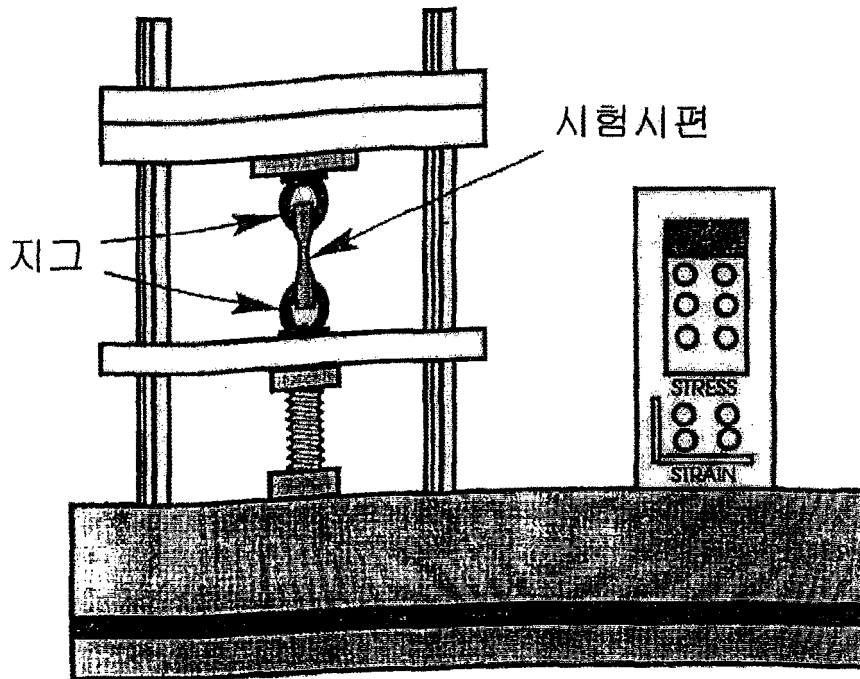
$$(3) \text{변형율}(\epsilon) = (\text{연신된 길이/표점거리}) \times 100$$

$$= (l-l_0)/l_0 \times 100$$

$$= \Delta l/l_0 \times 100 (\%)$$

$$(4) \text{단면 수축율}(\Phi) = (\text{원 단면적-파단부 단면적})/\text{원 단면적} \times 100$$

$$= [(A_0-A)/A_0] \times 100 (\%)$$

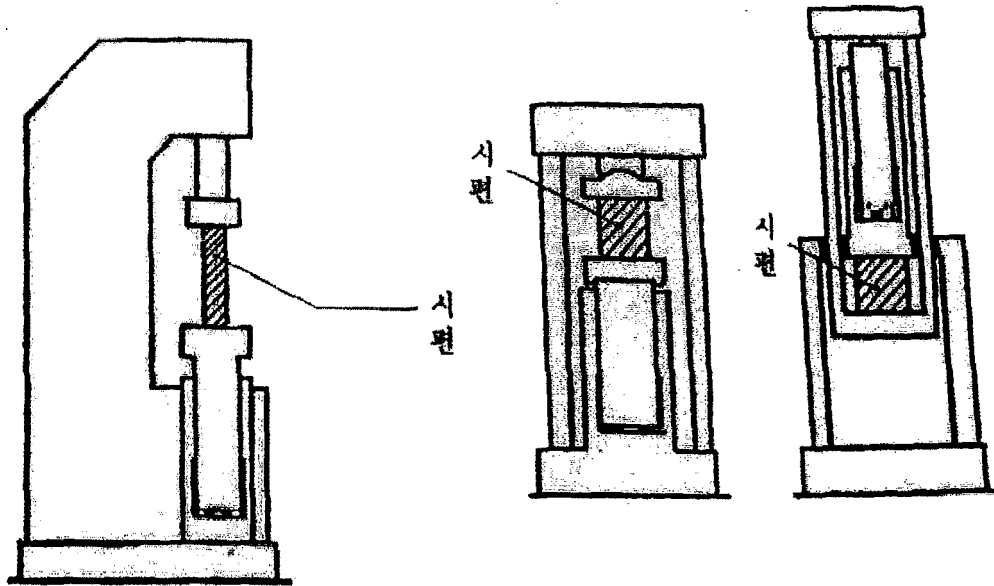


[그림-4] 인장시험 장치도

나. 압축시험

압축시험은 재료가 압축력을 받을 경우 어느 정도 저항력을 나타내는가를 측정하는 시험이다. 압축력에 대한 재료의 저항력을 알아야 하는 경우는 매우 다양하여 구조물 등의 설계뿐만 아니라, 기계 및 금속의 가공 등에서도 압연, 단조 등 많은 공정이 압축력을 받는 상태에서 수행되므로 재료의 압축력에 대한 물성 값을 측정하여야 한다.

압축시험도 인장시험과 마찬가지로 하중과 변위곡선을 구하는데, 구하는 물성 값은 압축 강도, 항복점, 탄성계수, 비례한계 등을 구한다.



[그림-5] 압축시험 장치도

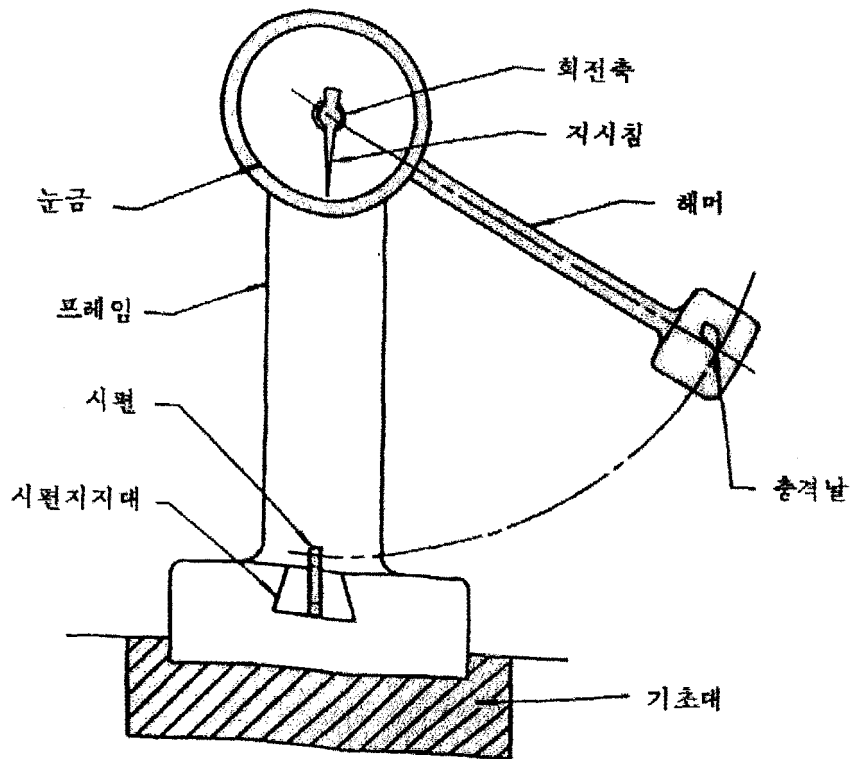
다. 충격시험

충격시험의 목적은 충격력에 대한 재료의 충격저항 즉 점성강도를 측정하는 것으로 재료의 인성 또는 취성을 시험한다. 재료의 인성은 정적 인장시험에서 연신을 및 단면수축율로 어느 정도까지는 판단할 수 있으나, 이것으로는 불충분하다.

충격시험에는 하중작용 방식에 따라 충격 인장, 충격 굽힘, 충격 비틀림시험 등으로 구별된다. 일반적으로 한국공업규격(KS B 0810 금속재료 충격시험방법) 말하는 충격시험이란 함은 충격굽힘시험을 말하며, 아이조드(Izod) 충격시험과 샤르피(Charpy) 충격시험[그림-6]이 있다.

라. 피로시험(Fatigue Test)

의지나 보조기를 구성하는 많은 기계부품은 변동하는 하중을 반복적으로 받는 부품이 많다. 이러한 상황에서는 변동응력이 그 재료의 정적강도(static strength)보다 상당히 작은 값이라도 오랫동안 반복되면 파괴에 이르게 된다. 이러한 현상을 피로파괴(fatigue failure)라고 한다.



[그림- 6] 충격시험 장치도

ASTM에 나타난 피로의 정의는 “반복응력이나 반복변형을 받아 구조물의 일부에서 점진적인 영구변형이 생기고 상당한 기간 동안 반복되면 균열이 생기거나 완전 파괴에 이를 수도 있는 현상”이다.

S-N 도는 재료가 어떤 정해진 응력 값의 반복하중을 받을 때 파단이 일어나는 순간의 반복 횟수를 나타내는 선도이며 일반적으로 반 대수(semi-log) 또는 대수-대수(log-log) 눈금 상에 그리게 된다.

(가) 피로수명(fatigue life) : 어떤 반복응력 범위의 하중을 받을 때 재료가 견디는

반복 횟수, N

(나) 피로강도(fatigue strength) : 어떤 반복횟수, N에 견디는 반복응력 범위

(다) 피로한도(fatigue limit) : 무한한 반복횟수를 견디는 응력범위

(라) 피로비(fatigue ratio) = 피로강도/인장강도

마. 크리프 시험(Creep Test)

일정하중 또는 일정응력하에 시간의 경과에 따라 변형이 증가해 가는 현상을 크리프(creep)라 하며, 그 결과로 해서 일어나는 파괴를 크리프 파단(rupture)이라 한다.

크리프율은 온도에 크게 영향을 받고 금속에서는 $T_M/2$ (T_M : 용점 K) 이상의 온도에서 실용적으로 크게 문제가 된다. 저온에서는 변형에 상응해서 가공경화가 일어나나, 고온에서는 가공 경화에 수반해서 회복 연화가 진행하기 때문에 크리프가 현저하게 된다.

한국공업규격에서 크리프 시험 방법에 관한 사항은 KS B 0814와 KS B 0815에 기술되어 있다.

바. 굽힘시험(Bending Test)

굽힘시험은 재료의 강도나 연성을 측정하기 위한 시험이다. 굽힘연성시험은 시편 표면에서의 균열의 발생 여부를 시험자가 판단해야 하기 때문에 정량화된 결과를 산출하는 대부분의 기계역학 시험과는 근본적으로 다른 가공의 성형한계를 측정하기 위한 시험이다. 금속의 굽힘강도를 측정하기 위한 굽힘강도 시험은 널리 사용되지 않지만 시험에서 얻어진 정보는 매우 유용하다.

(1) 굽힘 연성 시험

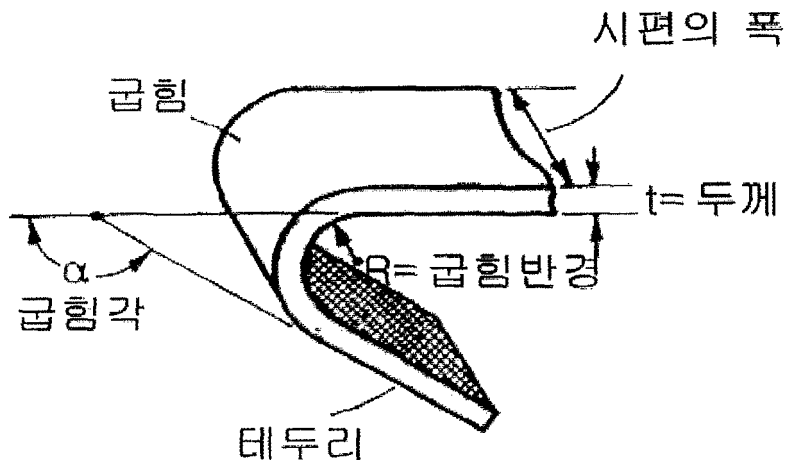
[그림-7]의 굽힘 연성 시험은 시편의 바깥쪽 표면에 균열이 생기지 않고 시편이 굽혀질 수 있는 최소반경을 측정하기 위한 시험이다. 이 성형한계를 최소 굽힘 반경이라 부르며, 시편 두께 t 의 곱으로 나타낸다. 최소 굽힘 반경이 $1t$ 인 재료는 최소 굽힘 반경이 $5t$ 인 재료보다 연성이 더 크며, 굽힘 반경이 일정하다면 파괴가 일어나는 굽힘 각이 연성의 정도를 나타낸다.

(2) 굽힘강도시험

띠 판이나 판재 형태의 평평한 금속재료의 탄성계수를 구하기 위해서 굽힘강도시험을 행한다. 굽힘강도시험은 외팔보 굽힘시험, 3점 굽힘시험 그리고 4점 굽힘시험으로 나뉘어진다.

사. 비틀림 시험

비틀림 시험은 재료의 강성계수나 비틀림 강도와 같은 성질을 측정하는 시험 방법 중의 하나이며, 동력전달에 사용되는 축류의 비틀림 강도를 직접 알아내는데 사용되기도 한다. 또한 피아노선, 강선과 같이 비교적 가느다란 선재의 경우에는 응력을 측정하기보다는 비틀림 횡수를 측정하는데 사용되고 있다.



[그림-7] 굽힘연성시험에 사용되는 용어

아. 경도시험

경도 시험 방법은 시험하는 방법에 따라 압입경도시험, 동적경도시험, 굽기경도시험의 세 가지로 분류한다. 압입경도시험은 압자로 시편을 누를 때 변형에 대한 저항의 크기로 경도를 나타내고, 동적경도시험은 압자의 반발 정도로 경도를 나타내며, 굽기 경도 시험은 시편끼리 또는 시편을 단단한 물체로 굽었을 때의 흠으로 경도를 비교하는 방법이다.

(1) 브리넬 경도

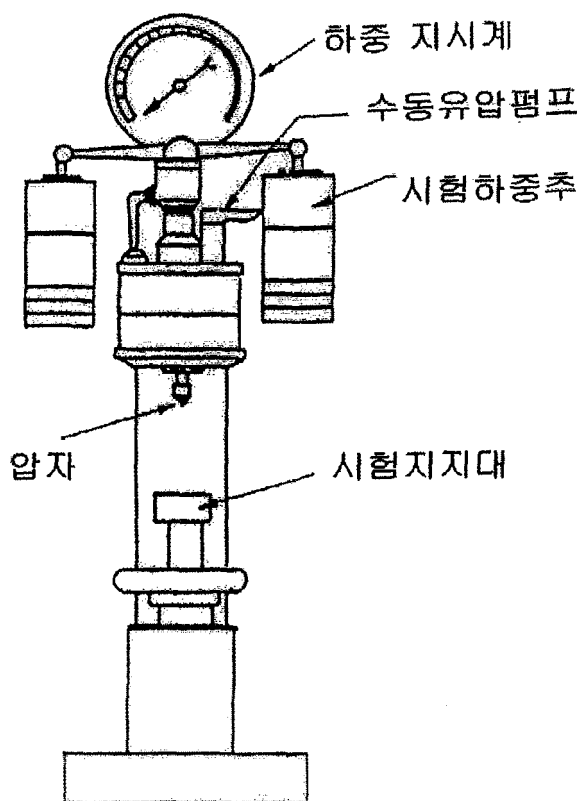
브리넬 경도 시험은 스웨덴 브리넬(J.A. Brinell) 박사에 의하여 개발된 시험법으로, 구형의 압자를 일정한 하중으로 시편을 눌러 시험하는데, 이 때 생긴 압입 자국의 표면적으로 시편에 가한 하중을 나눈 값이 브리넬 경도 값으로 정의되며, 브리넬 경도 단위의 기호로는 HB를 사용한다. 직경이 D(mm)인 구 압자를 상용하여 P(kgf)의 시험 하중으로 시편을 누른다고 생각하자. 시편을 누른 뒤 하중을 제거하면 시편에 영구 자국이 남게 되는데 이 압입 자국의 직경을 d(mm)라고 하면 브리넬 경도 값은 정의에 의해,

$$\text{브리넬 경도값(HB)} = 2P / \pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2}) \text{ 으로 표시된다.}$$

경도값은 kgf/mm²이라는 단위를 갖게 되나 경도 자체가 약속에 의한 정의이기 때문에 아무런 의미가 없으며, 식에 의해 얻은 숫자 앞에 브리넬 경도 단위의 기호인 HB만을 붙여서 표시한다.

[표-2] 경도 시험 방법의 종류

	종 류	시 험 방 법	경 도 표 시
압입 경도	브리넬 경도	강구로 시편을 누른다	압입자국의 표면적당 평균압력
	비커스 경도	다이아몬드 정사각추로 시편을 누른다	압입자국의 표면적당 평균압력
	로크웰 경도	다이아몬드 원추나 강구로 시편을 누른다	크고 작은 두 종류의 하중을 가하였을 때의 압입 깊이의 차이
	누우프 경도	다이아몬드 사각추로 시편을 누른다	압입자국의 투영 면적당 평균 압력
	듀로미터경도	구형 또는 원추형의 바늘로 시편을 누른다	일정 하중에서의 압입 깊이
	바콜 경도	원추형의 바늘로 시편을 누른다	일정 하중에서의 압입 깊이
동적 경도	쇼아 경도	다이아몬드 팁이 부착된 해머를 시편에 떨어뜨린다	튀어 올라오는 높이
	एको티프 경도	영구자석으로 된 해머를 시편에 충돌시킨다	충돌속도와 반발 속도의 비
긋기 경도	모오스 경도	시편과 표준광물을 서로 긋어 본다	표준 광물의 경도값에서 추정
	줄 경도	줄로 시편과 표준시편을 긋어 비교한다	표준 시편의 경도값의 사이값

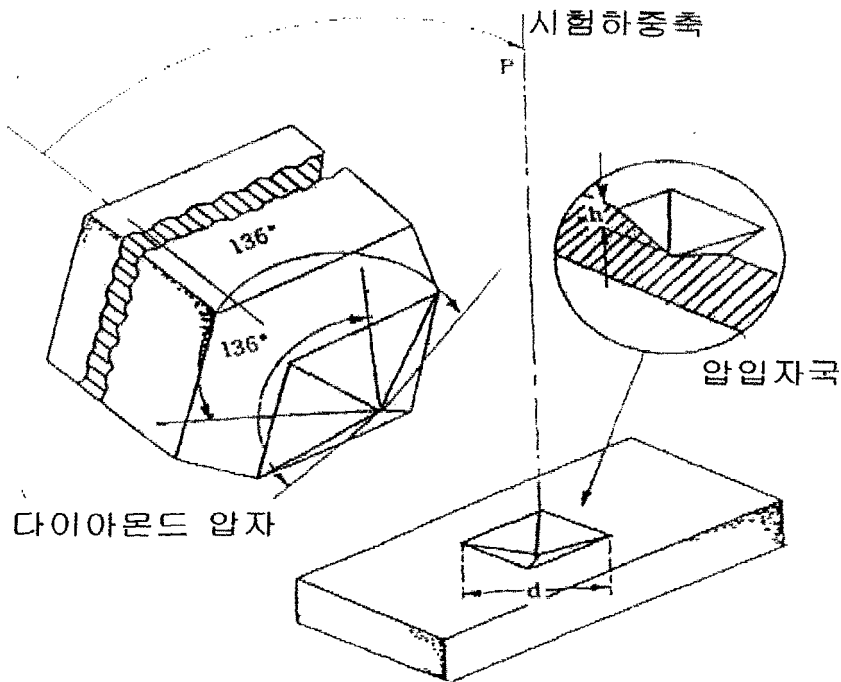


[그림-8] 브리넬 경도 시험기

(2) 비커스 경도

비커스 경도 시험은 스미스(R. Smith)와 샌드랜드(G. Sandland)에 의해 고안되어 영국의 비커스 암스트롱(Vickers Armstrong)사에 의해서 시험기가 상품화되었다. 비커스 경도 값은 대면각이 136° 인 다이아몬드 정 사각추 압자를 시험표면에 압입시켜 생긴 압입자국의 표면적으로 시험하중을 나눈 값으로 정의된다. 비커스 경도는 경도 기호 HV에 경도 값을 붙여 표시하며, 시험하중을 표시할 필요가 있을 때는 P(kgf)의 값을 괄호 속에 부기한다. 예를 들면 시험 하중 10 kgf, 비커스 경도 250인 경우에는 HV 250 또는 HV(10) 250으로 표시한다. 경도가 매우 낮은 재질에서부터 경도가 매우 높은 재질까지

넓은 범위의 경도값을 측정할 수 있다는 장점이 있다. 또한 압입자국이 다른 압입 경도 시험에 비해 작기 때문에 완제품의 경도 시험, 작은 부품의 경도 시험 및 표면층의 경도 시험 등에 널리 사용되고 있다. 그러나 압입 자국이 작기 때문에 측정 오차를 줄이기 위하여 시험면을 잘 연마해야 하는 불편함도 있다.



[그림-9] 비커스 경도 시험

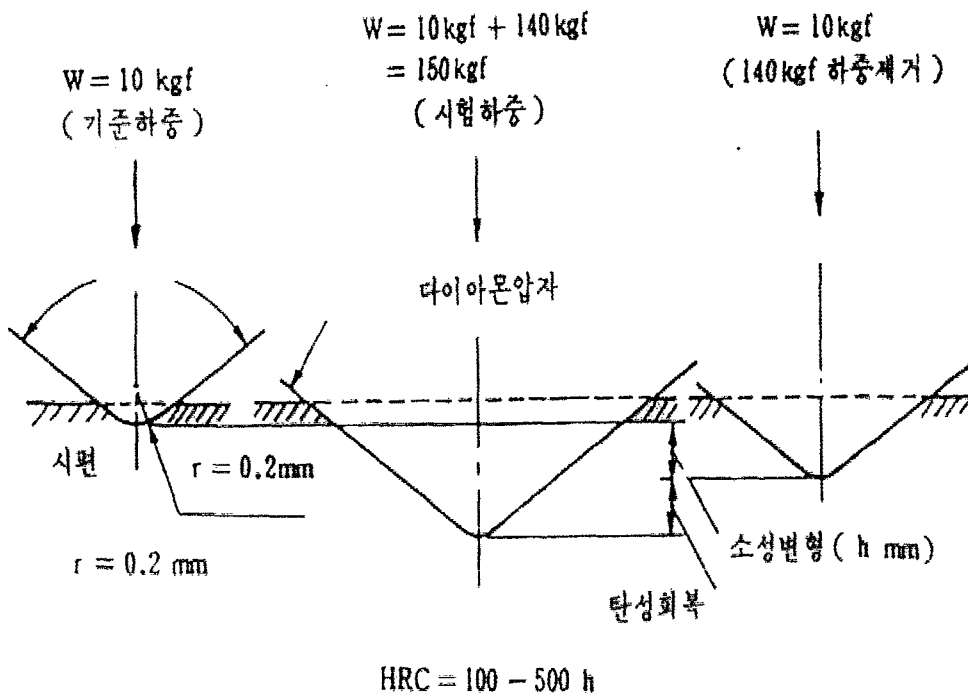
(3) 로크웰 경도

로크웰 경도 시험은 1919년 미국의 로크웰(S.P. Rockwell)에 의하여 고안되어 윌슨(Wilson)사에 의하여 실용화되었다. 브리넬 경도 시험은 현장에서의 실용성은 있으나 정밀도, 측정시간이 오래 걸린다는 단점이 있고, 쇼아 경도 시험은 숙련이나 정밀도의 관점에서 문제가 있으므로 정밀도가 높고 짧은 시간에 시험을 할 수 있는 로크웰 경도 시험이 좋은 반응을 얻을 수 있었다. 로크웰 경도 시험의 원리를 C 스케일의 경우를 예를 들어 설명하면 그림에서 나타낸 바와 같다. 우선 기준하중(10 kgf)으로 시험표면에 압입

하고 여기에 다시 시험 하중($10\text{kgf}+140\text{kgf}=150\text{kgf}$)을 가하면 시편은 압자의 형상으로 변형을 일으킨다. 이 상태에서 시험 하중만을 제거하면 처음의 기준 하중만을 받는 상태로 되어 탄성 변형은 회복되고 소성 변형만 남게 된다. 이 때의 깊이를 처음 기준 하중만을 가하였을 때의 깊이를 기준으로 하여 측정하는데 이 깊이 즉 압입 깊이는 시편의 경도와 대응하는 값이 된다. 즉 시편이 단단하면 압입 깊이는 얇고 무르면 깊게 된다.

로크웰 경도 시험의 기준 하중은 10kgf 이며 시험하중은 $60, 100, 150\text{kgf}$ 의 세 가지가 이용된다. 압자로는 원추각이 $120^\circ \pm 30'$ 이고 선단부의 곡률 반경이 $0.2 \pm 0.02\text{mm}$ 인 다이아몬드 압자와 $1/16", 1/8", 1/4", 1/2"$ 의 직경을 갖는 강구 압자가 사용된다.

각각의 시험 방법들은 A.B.C ...스케일로 표시하고 경도값은 스케일과 함께 표시한다. 예를 들면 HRC 59.5, HRB 30 등과 같이 나타낸다.



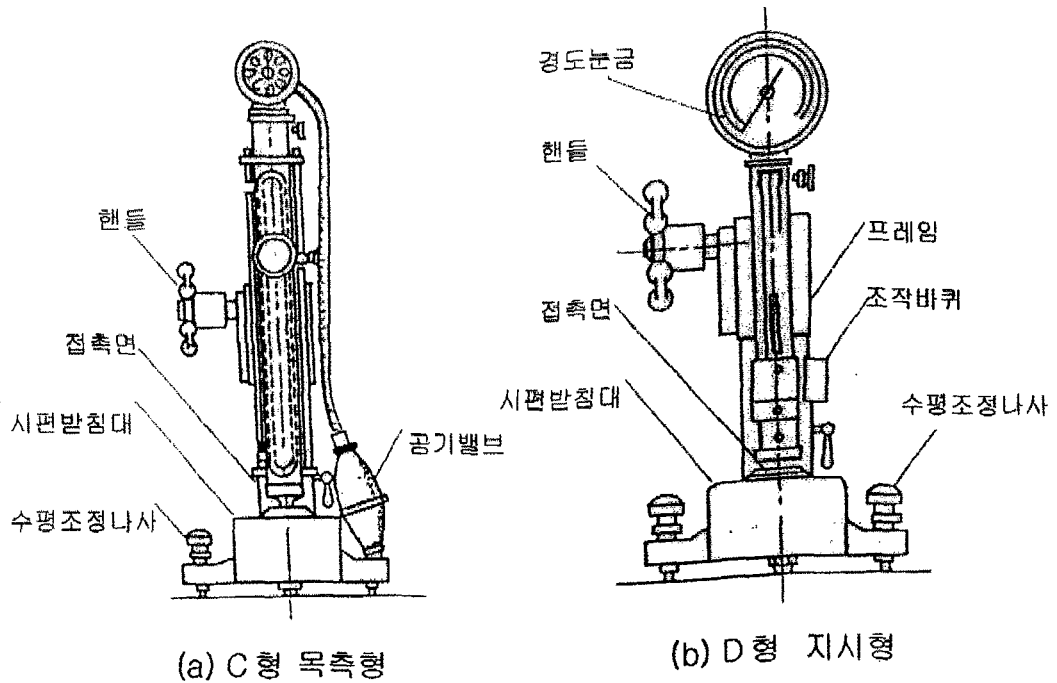
[그림-10] 로크웰 경도시험 원리

(4) 쇼아 경도

쇼아 경도 시험은 대표적인 반발 경도 시험으로, 일정한 높이에서 해머를 시편에 낙하, 충돌시켜 그 반발 높이를 기준으로 하여 경도값을 나타낸다. 시험기의 조작이 간편하고 시험이 신속하게 이루어지며 시험기의 가격이 저렴하고 가볍기 때문에 현장에서의 검사 수단으로 널리 이용되며 쇼아 경도의 표시는 HS로 표시한다. 쇼아 경도 시험은 측정값의 산포가 큰 반면에 시험이 신속하기 때문에 적어도 3회 이상 반복 측정하여 그 값들의 평균값으로 경도값을 나타낸다.

[표-3] 로크웰 경도 스케일

스케일	압 자	기준하중 (kgf)	시험하중 (kgf)	사용범위
A D C	원추각이 $120^{\circ} \pm 30'$ 이고 선단부의 곡률 반경이 $0.2 \pm 0.02\text{mm}$ 인 다이아몬드 압자	10	60 100 150	초경합금, 침탄강, 탄소강, 베어링강
F B G	호칭 직경 1/16"강구(직경 1.588MM)	10	60 100 150	동합금, 알루미늄합금, 가단주철, 연강
H E K	호칭 직경 1/8"강구(직경 3.175MM)	10	60 100 150	분말합금, 알루미늄합금, 마그네슘합금, 스틴
L M P	호칭 직경 1/4"강구(직경 6.35MM)	10	60 100 150	플라스틱, 경합금, 납
R S V	호칭 직경 1/2"강구(직경 12.7MM)	10	60 100 150	플라스틱, 경합금



[그림-11] 쇼아 경도 시험기

6. 허용응력과 안전율

의지보조기를 포함한 기계가 그 기능을 가지려면 사용 조건, 기간, 환경 등에 대하여 파손되지 않으면서 큰 변형이 없이 보증된 범위 내로 응력을 제한시키지 않으면 안 된다. 이 때 허용되는 최대응력을 허용응력이라 한다. 재료의 인장강도와 피로한도를 기준강도로 하여, 그 허용응력에 대한 기준강도의 비를 안전율이라 한다. 실제 사용조건에서 허용응력을 결정할 때 불확실 요인으로부터 위험을 보증하는 것으로써 1보다 큰 수치로 된다. 불확실 요인으로는 예측 외의 사용조건, 재료의 결함, 제작의 오차 등이 있다. 안전율이 크게 하면 파괴 등의 위험은 적은 반면, 대형화, 코스트 상승 등을 유발한다.

제 2 장 의지보조기 재료

1. 금속재료

가. 금속재료의 강도

- (1) 순수한 금속은 연하여 힘을 가하면 쉽게 변형이 되어 실용적으로 사용하는데 적합하지 않으므로 합금화하여 강한 재료를 만들어 변형을 방지한다.
- (2) 변형을 방지하는 능력은 합금 조성의 분포와 합금의 내부 구조에 의존하며, 일반적으로는 미세한 미립자를 분산시킨 것이 강도가 높다.
- (3) 내부 구조는 같은 조성의 합금에서도 열처리 상태에 따라 많은 차이가 있으며, 열처리에는 세심한 주의가 필요하다.

나. 금속재료의 열처리

(1) 풀림(annealing)

강을 적당한 온도로 가열해서 그 온도로 유지한 다음 서냉하는 조작이며, 그 목적은 내부 응력제거, 경도의 저하, 절삭성의 향상, 냉간 가공성의 개선, 결정 조직의 조정 혹은 필요한 기계적, 물리적 성질을 얻는 것이다.

(2) 담금질(quenching)

강의 담금질은 오스테나이트화 온도에서 급냉하여 마르텐사이트로 변태시켜 강을 경화하는 조작이다. 담금질해서 마르텐사이트 조직을 얻기 위해서는 우선 강을 오스테나이트 상태까지 가열하여야 하며, 이때 가열온도는 강 종류에 따라 적절히 설정하여야 하며, 가열분위기도 탈탄 등의 결함이 생기지 않도록 주의를 하여야 한다.

(3) 뜨임(tempering)

담금질에 의해 마르텐사이트 조직으로 된 강을 그대로 사용하는 일은 드물고 보통 뜨임을 한다. 그 중요 이유로서는 다음과 같다.

(가) 담금질에 의해 강재내에서는 내부응력이 일어나며 그대로 연삭 등의 다듬질 가공을 하면 응력의 균형이 달라져 변형을 일으키든지 균열이 생긴다. 또 그 대로 사용하게 되면 시간이 경과함에 따라 응력이 완화되는 동시에 변형이 나타나게 된다.

(나) 마르텐사이트 조직은 일반적으로 단단하나 부서지기 쉬운 성질도 있다. 용도에 따라 적당한 인성을 부여하기 위하여 뜨임을 한다.

(4) 균질화 처리(normalizing)

주조품이나 압출품들은 합금 성분이 부분적으로 편석이 발생할 수 있다. 이러한 편석을 소정의 온도로 가열하여 확산에 의해 조직을 균일하게 해 주는 조작이다.

다. 방청

금속은 일반적으로 공기 중에 방치하면 산화되어 녹을 발생시킨다. 방청은 금속과 공기의 접촉을 차단하는 것으로 도금, 방청도료 및 플라스틱 코팅 등의 방법이 있다. 또한 크롬, 알루미늄, 티탄 등은 표면에 치밀한 산화물 층을 만들어 부식을 방지하며, 스테인레스강은 산화크롬, 듀랄루민은 산화알루미늄의 보호층으로 부식의 영향을 억제시킬 수 있다.

라. 철강재료

(1) 탄소강

탄소강은 가장 일반적인 철강재료이다. 정련시킨 강재를 일반강재라 하고, 탄소를 2.06%이하 함유한 철을 탄소강이라 한다. 탄소의 함유율에 따라 저탄소강, 중탄소강, 고탄소강으로 구분한다.

(가) 저탄소강(탄소량 0.3%이하) : 가장 일반적인 구조용 철강 재료로써 강도는 높고, 연성, 가공성이 양호하다. 볼트, 프레임, 샤프트 등 구조물에 사용된다.

(나) 중탄소강(탄소량 0.3-0.7%) : 경화 열처리에 의해서 인성과 강도를 크게 할 수 있다. 샤프트, 기어, 레일, 차체 등으로 사용된다.

(다) 고탄소강(탄소량 0.7-1.7%) : 소입후 소려 처리를 한 경한 재료이나 연성이 나쁘다. 스프링, 피아노선, 다이스, 절삭공구 등에 사용된다.

(2) 주철

2.4%-4%의 탄소를 함유하며, 주조에 의해 복잡한 형상의 것을 만들 수 있다. 일반적으로 주철은 절삭성이 양호하여 광범위하게 사용된다.

(3) 합금강

철과 크롬, 니켈의 합금인 18-8 스테인레스 강은 내식성이 강하지만, 13-3 스테인레스나 13 스테인레스는 내식성이 낮다. 또한 니켈강은 내열성이 좋다.

마. 비철금속 재료**(1) 동 및 동합금**

동은 다른 금속을 함유한 합금상태로서만 아니라 합금 되지 않은 상태로도 광범위하게 사용되고 있으므로 공업적으로 중요한 금속이다. 동은 화학적으로 안정하며, 양호한 가공성을 가져 옛날부터 광범위하게 사용되어 왔다.

황동은 판금가공이 쉬운 실용합금으로써, 동과 아연의 합금으로 7-3황동(아연30%이하), 6-4황동(40%아연)이 있으며, 아연의 함량에 따라 성질이 다르다. 강도, 연성은 좋지만 내식성은 동보다 약하다. 청동은 동과 주석의 합금으로 경도와 강도가 높고, 내식성, 내마모성이 좋다.

의지보조기용 재료에서 동을 기본으로 하는 것들을 많이 볼 수 있다. 순동의 용점은 1080℃, 비중은 8.96으로 전기저항이 낮아 전선으로 많이 사용되고 있다. 연질성이 좋아 가공하기 쉬우므로 판금가공용으로 많이 사용되고 있다.

[표-4] 동과 그 합금표

명 칭	인장 강도 (kgf/mm ²)	연신율 (%)	비 고
동	34-36	5	압연재, 가공도, 불순물 변화
황동	33-42	28-40이상	압연재, 기계부품, 건축자재
고력황동	47-55	12-20	합금황동
황동주물	15-25	20-25	기계부품, 건축재, 내식성
청동주물	17-25	15-20	건축재, 유체관련기구 부품

(2) 알루미늄과 그 합금

알루미늄은 경금속 재료의 대표적이며, 비중이 2.7로써, 7.8인 철강의 1/3정도 가벼운 금속이다. 연성은 우수하나 강도는 비교적 낮으며 선재, 판재, 박판 등으로 사용된다.

알루미늄은 은백색으로 융점이 660℃로 철보다 낮다. 기계적 성질은 불순물과 가공정도에 따라 달라지게 되며, 가공도가 높으면 가공경화가 되어 강도는 올라간다. 일반적으로 순 알루미늄은 사용되지 않으며, 의지보조기 재료에서는 고 강도 알루미늄합금이 사용되는 경우가 많다. 알루미늄합금은 순 알루미늄 합금의 성질을 개선하기 위하여 구리(Cu), 실리콘(Si), 마그네슘(Mg), 아연(Zn), 망간(Mn) 등을 첨가시킨 것이다. 또한 알루미늄 합금은 열처리가 중요하며, 시효경화 열처리를 할 때 석출되는 경질상의 금속간 화합물로서 이 석출 상들의 분포가 합금을 강하게 하는데 관계가 된다.

열처리 분류 예)

- T1 : 고온 성형한 제품을 냉각한 다음 실질적인 안정상태로 자연 시효함.
- T3 : 고용화 처리한 다음 냉간가공하고 실질적인 안정상태로 자연 시효함.
- T4 : 고용화 처리한 다음 상온에서 방치하여 자연 시효함.
- T5 : 고온 가공한 다음 냉각하고 인공 시효함.
- T6 : 고용화 처리한 다음 인공 시효함.
- T7 : 고용화 처리한 다음 안정화 처리함.
- T8 : 고용화 처리한 다음 냉간가공하고 인공 시효함.

또한 알루미늄합금 첨가 합금원소에 따라 분류한다.

- 1XXX : 순도가 99 % 이상인 알루미늄 합금.
- 2XXX : Cu를 주 합금으로 함.
- 3XXX : Mn을 주 합금으로 함.
- 4XXX : Si을 주 합금으로 함.
- 5XXX : Mg를 주 합금으로 함.
- 6XXX : Mg,Si을 주 합금으로 함.
- 7XXX : Zn을 주 합금으로 함.

듀랄루민은 $Al+4\%Cu+0.5\%Mg+0.5\%Mn+0.5\%Si$ 합금으로써, 인장강도는 약 40 kgf/mm²로 철과 유사한 강도를 나타낸다. 그러나 비강도(강도/밀도)는 철강재료의 3배정도 경량이다. 또한 이 합금은 소입 열처리 후 상온에서도 경화가 진행되며, 경량성의 관점에서 의지보조기 재료에 매우 많이 사용되고 있다.

[표-4] 의지보조기용으로 많이 사용되는 알루미늄 합금의 기계적 성질

강 종	처리상태	인장강도 (kgf/mm ²)	항복강도 (kgf/mm ²)	연신율 (%)	경도 (HB)	비 고
A6061	O	13	6	25	30	
	T4	25	15	22	65	
	T6	32	28	12	95	
A2024	O	19	8	20	47	
	T4	48	33	20	120	
	T6	49	40	10	125	
A7075	O	23	11	17	60	
	T6	53	51	11	150	
A7001	O	26	15	14	60	
	T6	69	64	9	160	

(3) 티타늄과 그 합금

티타늄 및 그 합금은 비교적 새로운 공업재료이며, 중량 비에 대한 강도가 높고 약 550℃에서 고온성질이 높으며 특히 산 및 염화물 매체에서 또한 대부분의 자연분위기에서 내식성이 훌륭하여 주목을 끄는 합금이다. 아쉽게도 티타늄 및 티타늄 합금은 일반금속보다 다소 값이 비싼데 이것은 광석으로부터의 추출이 어렵고 정교한 용해 및 제조기술이 필요하기 때문이다. 그럼에도 불구하고 티타늄 및 티타늄 합금은 그 특수한 성질을 이용하는 것이 더욱 유리한 여러 분야에서 유력하게 대두되고 있다. 예를 들면 티타늄합금의 중량비에 대한 높은 강도와 고온성질은 우주항공 공업에서 가장 중요시되고 있다.

티타늄은 용점 1725℃, 비중 4.5로써 철의 60% 정도이며 강도는 철강재료와 비슷하다. 이것은 비강도가 높은 경량합금으로 현재 항공기 재료뿐만 아니라 의지장구용 재료로서도 많은 각광을 받고 있다.

[표-5] 상용 티타늄합금

명 칭	인장 강도 (kgf/mm ²)	연신율 (%)	비 고
1종	28-42	27이상	α 형 실용합금, 열처리 $\alpha+\beta$ 형 소둔재 $\alpha+\beta$ 형 열처리재
2종	35-52	23이상	
3종	35이상	18이상	
Ti-5Al-2.5Sn	88-103	16-18	
Ti-8Mn, Ti-6Al-4V	95-105	15-18	
상동	130-140	6-10	

2. 고분자재료

비금속 재료는 유기재료와 금속 이외의 무기재료로 분류된다. 전자는 플라스틱, 고무, 목재 등이 대표적이고, 의지보조기용으로 많이 사용된다. 후자는 세라믹 재료로 도자기, 유리, 점토 등이다.

플라스틱은 인공 유기물이다. 유기물에는 별도로 천연유기물이 있으며, 생체재료는 이 유기물로 구성되어 있다. 플라스틱의 일반적인 성질 중 장점은 ① 성형성, ② 경량성, ③ 연질부터 경질까지 경도의 변화, ④ 내수성 및 내식성, ⑤ 전기절연성, ⑥ 가포성 등이 있으며, 단점으로는 ① 열적 성질, 내열성, 열변형, 큰 열팽창률, ② 수축변형, 치수정밀도, ③ 강도부족, ④ 균질성 저하 등이 있다. 플라스틱은 열경화성 수지와 열가소성 수지 및 엔지니어링 수지로 분류된다.

가. 열경화성 수지

플라스틱을 단단하게 굳히려면 열을 가해야 되며, 일단 열을 가하여 단단해진 플라스틱은 재차 그 이상의 열을 가해도 부드러워지지 않는 플라스틱을 열경화성 플라스틱이라 한다.

(1) 페놀 수지(PF)

벨기에 태생의 미국인 화학자 Dr.LEO HENDRIK BAEKLAND가 1970년에 발명한 수지로서 완전히 경화된 상태에서 3차원구조를 가지고 있어 가열해도 용해하지 않고 용매에도 녹지 않는 특성이 있다. 페놀수지 자체로서는 기계적인 강도가 부족하기 때문에 유리, 석면, 무기질 등의 충전재, 기재(基材)등과 배합 또는 함침시켜 강도를 보강하고 있다.

비중은 비충진 수지로 1.25~1.30이며 황갈색이다. 강도는 크지만 충격에 약하다. 페놀은 충전재, 활재, 경화제 등을 베이스로 한 열경화성 수지의 일종이다. 이것들은 분체형으로 공급되며 성형품은 저 가격으로 성형의 용이성의 유용한 조합을 가지고 있다. 전기절연성이 양호하며 MF보다도 양호한 내수성을 가지고 있다.

PF의 큰 결점의 하나는 한정되어 있는 색범위이다. 흑색과 갈색이 일반적이다. 성형품은 견고하고 강직하며 낮은 신률을 나타낸다. 또한 양호한 내 크리프성을 가지고 있으며 성형성은 사용되는 충전재에 크게 의존하고 있다. PF는 개발된 지 70여년의 역사를 가지고 있으며 각종 필러와의 친화성이 우수하여 여러 가지 요구에 대응하는 특성을 가진 재료로서 최근에는 자동차관련 부품의 플라스틱을 중심으로 널리 이용되고 있다.

(2) 요소 수지(UF)

우레아는 독일의 Badische Anilin und Soda사가 1920년 공업적 합성에 관한 특허를 얻었으며 농업용의 비료나 공업용 페인트 접착제 및 성형재료의 원료로 사용하게 되었다. 성질은 무색투명하고 착색이 자유롭다. 공간망상구조 고분자로 견고하다. 제품은 불투명 또는 반투명의 착색제품으로 형광염료를 가한 것이 아름다운 빛을 반사한다. 비중은 1.47~1.52로서 기계적 강도는 보통이고 표면이 비교적 딱딱 하나 충격에 약하다. 온도특성은 열변형 온도가 낮고 80℃이상의 열탕에서 연화한다. 불연성으로 자기 소화성이 있다. 성형성은 경화시의 온도 불충분이나 성형시간의 부족, 애프터베이킹(after baking) 시간의 불충분 등으로 포르말린이 용출되기 쉬우나 성형성은 양호하다.

응용은 화장품용기, 보턴, 식기류, 조명기구, 라디오 캐비넷 등 전기부품 등에 사용되고 있으며 식기류에는 내면에 멜라민수지를 성형한 2단성형법에 의한 성형으로 포르말린 독성을 방지하고 있다. 우레아수지에 경화제를 가해 종이나 섬유에 함침시켜서 80~90℃로 건조한 것을 적층하여 100kf/cm²이상 130~140℃에서 가열하면 적층 제품이 된다. 또 조명

기구나 화장판에 사용되며 형광안료를 넣으면 광 특성이 좋게 된다. 우레아수지는 페놀수지와 같은 소부용 접착제가 만들어진다.

(3) 멜라민 수지(MF)

멜라민은 스위스의 디버사가 1938년 개발하여 식기용 및 고급 단추, 가전제품, 전시부속품 등의 성형재료로 사용하였으며 합판제조의 접착제로도 사용하고 있다. 또 섬유, 신축성, 방수, 방습성향상을 위해 섬유가공에도 사용되며 자동차, 도로에도 사용되고 있다. 특성은 분자구조는 공간망상구조 고분자로 분자내 멜라민기의 결합이 강하고 분해가 어려우며 안정하다. 수지는 무색투명으로 충전제, 안료, 염료 등으로 착색한다. 표면이 견고하고 중량감이 있으며 도자기와 같은 촉감을 준다. 비중은 1.48정도로서 충전제에 의해 2.0정도 증가한다. 기계강도는 우레아수지보다 크다. 이 수지의 특징은 표면경도가 현재 수지 중에서는 가장 견고하다는 것이다. 열변형 온도가 높고 100℃에서 연속사용에 견딘다. 그리고 불연소성이다. 전기특성은 전기절연성은 저주파에서 뛰어나고 또 흡습성이 작고 흡습시의 체적저항률이 110~140초 정도로 우레아보다 뛰어나다. 성형은 용이하며 우레아수지에 준한다. 용도는 위생상 완전히 무해이기 때문에 각종 식기, 커피접시, 컵 등의 식기, 일용품이 만들어지며 전기부품 등도 성형되고 있다. 에폭시, 페놀, 우레아 등의 각종 수지와 변성시켜 소착도료, 접착제 등의 용도에도 이용된다. 또한 이 수지는 표면경도가 크므로 좋은 제품표면을 얻을 수 있다.

멜라민수지는 섬유, 종이 등에 함침시켜도 방수성이 있어 젖어도 찢어지지 않는 양호한 재료이다.

(4) 에폭시수지(EP)

에폭시는 스위스의 Dr.CASTAN이 개발한 것으로 열경화성수지 중에서도 접착성, 치수안정성, 내습, 내수, 내약품성이 우수하고 전기기계특성도 균형이 잡혀 있어 사용범위가 넓다. 특성은 비중은 1.16-1.7이며, 강도가 크고, 금속과의 접착성이 좋다. 특히 금속 등에 대해서 함침성이 우수하다. 경화시 물, 그 밖의 휘발 분을 발생하지 않으므로 수축이 작고 치수안정성이 우수하다. 기계적 성질이나 전기절연성이 우수하다. 내용제, 내산, 내알칼리, 내수성이 우수하다. 가소성(可燒性)이 우수하다.

EP의 용도 및 응용은 전기 절연분야 옥내외 초자용, 부싱, 차단기부품, 기계용변성기, 솔레노이드코일, 전력기기, 프리백 트랜스, 각종 소형트랜스, 자기헤드, 디스트리뷰터캡 등의 자동차 전장부품과 약전분야, 동판 적층판 용, 트랜지스터다이오드 IC 등의 반도체봉 지용 수지이고 분말성형재료는 전자부품 트랜지스터 IC의 봉입용 등이 있다.

또 에폭시수지는 경화제, 촉진제, 충전제, 이 형체나 안료 등을 배합하여 특성에 맞는 풍부한 특징을 살리는 분야 등에 응용되고 있다. 또 주형이나 포팅, 함침 등으로 생산성을 개량하는데도 응용되고 있다. 그러나 한가지 결점으로서는 보존안정성이 나쁘므로 사용가용시간이 짧다는 것과 저온에서 저장, 보관해야 하는 등의 불편은 여전하다.

25℃에서 6~12개월 전도 보관이 되며 150℃의 성형온도에서 45초 경화하는 성형재료도 있기는 하나 일반 수지에는 미치지 못하고 있다.

(5) 폴리에스텔 수지(UP)

투명하고 내열성, 내약품성, 전기적인 성질이 우수하다. 폴리에스테르 알키드수지를 녹인 것을 액상수지로서 FRP 등에 사용하고 있으며 습식 불포화 폴리에스테르는 성형재료로 사용되고 건식 불포화폴리에스테르는 페놀수지 성형재료와 같은 사출성형이 가능하여 전자, 전기 부품분야에 널리 사용되고 있다. 뿐만 아니라 이 수지는 내아크성과 내트래킹성이 뛰어나다.

이 수지는 거의 무색에 가까운 투명한 저점도로 3~20포인트의 액상으로 스티렌 모노머에 의해 자극성 냄새가 난다. 이것에 유기 과산화물을 가하므로써 첨가 비율에 따라 상온에서 경화시킬 수가 있다. 용도는 욕조, 정화조, 파이프, 사일로, 세면기, 가구 등과: 어선, 보트, 요트, 수조, 자동차의 보디, 연료탱크, 히터하우징, 계기판 등 널리 사용되고 있다.

(6) 폴리우레탄 수지

분자내에 2개 이상의 수산기를 가진 폴리올류(폴리에테르나 폴리에스테르)와 2개 이상의 이소시아네이트기를 가진 폴리이소시아네이트류를 반응시켜서 얻어지는 폴리머의 총칭이다. 주고리가 다수의 우레탄결합 -NHCOO-에 의해 묶여지는 것으로서 이름이 붙었다.

보통은 열경화성수지에 속한다. 그러나 특수한 것으로는 열가소성의 탄성체도 제조되고

있다. 폴리우레탄은 원료의 종류나 배합비율을 변경함으로써, 또 글리콜디아민 등의 변성제를 가함으로써 극히 광범위한 성질로 변하여 경질, 연질품, 고무탄성체, 도료, 접착제, 합성피혁, 실링제 등으로서 다방면에 용도가 있다. 성질은 일반적으로 강인하고 탄성이 풍부하며 인장파괴장도가 크다. 또 내마모성, 내노화성, 내유성 등도 뛰어나다.

용도는 모든 분야에 널리 쓰이며, 특히 건축재 관련하여 샷시, 세면화장대, 싱크대 유닛, 도어, 천정재료, 배기, 배수, 부품 장식, 목공부품 등이 있고, 가구는 책상, 의자, 병박스, 목조품, 매트리스, 쿠션, 사무기기는 컴퓨터 타이프라이터, 복사기 하우징, 책상, 의자 등에 T으며, 그 외에도 각종 전기기기, 자동차의 인스트루먼트 판넬, 범퍼, 펜더, 각종 콤포넌트 프린트 및 리어 엔드, 후드, 루프 펜류 등, 스포츠용품의 스키재료, 구두밑창, 게임머신, 매트, 라켓프레임, 낚시대 등이 있다.

나. 열가소성 수지

열가소성 플라스틱은 열을 가할 때마다 부드러워지며, 온도가 내려가면 다시 단단해지는 플라스틱을 말한다.

(1) 폴리염화비닐(polyvinyl chloride, PVC)

비중은 1.45로 65~85℃에서 연화하고 가소성은 120~150℃에서 생기며 170℃이상에서 용해한다. 내산성, 내알칼리성이 우수하며 무독으로 난연성이다. 특징은 투명하고 경질PVC는 강인하지만 가소제를 가하므로써 연질이 된다. 190℃ 이상이 되면 염산을 방출하면서 분해하여 황색 또는 갈색으로 변한다. 케톤계 용제 등에 녹고 산, 알칼리에 잘 견딘다. 난연성으로 유전율이 크고, 고주파용착이 된다. 바일슈타인 반응을 하여 동과 열을 가하면 녹색의 불꽃으로 반응한다.

용도는 필름, 시트, 전선케이블 피복, 절연테이프, 가방, 구두, 레인코트, 레자, 전선 레코드, 분말도장, 바구니, 파이프, 연질호스, 빗물받이 용기, 유류통, 샴푸 등의 병, 의료용기구, 레이스, 책 코팅, 깔개, 쿠션재, 단열재, 방음재 등이다.

(2) 에틸렌 초산비닐(EVA) 수지

공업적으로는 1960년 미국의 Dupont사에서 엘박스라는 상품명으로 생산한 것이 최초이

다. EVA의 물성은 중합도와 초산비닐의 함유량에 의해 결정된다. 분자량이 클 수록 강인성과 가소성, 내스트레스크래킹성, 내충격성이 향상되며 성형성이나 표면광택은 저하한다. 한편 초산비닐 함유량이 증가하면 밀도와 고무탄성, 유연성이 다른 폴리머나 가소제와의 상용성이 향상하여 연화온도는 저하한다. 초산비닐함량이 적은 EVA는 통산 PE와 같은 가공이 되며 인쇄 적성도 양호하므로 필름이나 라미네이트, 발포제품, 중 포장용 부대 등으로 이용된다.

(3) 아크릴(acryl) 수지

PMMA는 빛의 약 85%를 투과하는 투명성, 내후성 및 심오한 색 조합이 가능한 강성이 있는 재료이다. 넓은 범위의 착색이 가능하고 성형품은 광범위한 테크닉에 의해 용이하게 장식된다. 따라서 매력적인 성형부품을 용이하게 만들 수가 있다. 저 흡수율과 양호한 치수안정성도 있다. 이 폴리머는 인간과 접촉해도 영향을 끼치지 않는다. 주 용도는 샹드리에, 형광등 커버, 각종 창유리, 만년필, 샤프펜슬, 볼펜, 문구, 싱크대용품, 의치, 의안, 파이버 스코프, 피아노건반, 문틀, 손잡이 등이다.

(4) 폴리에틸렌(polyethylene)수지

에틸렌을 중합시켜서 얻은 유백색의 불투명 내지는 반투명의 열가소성 수지로서 비중은 1보다 작다. 이 수지는 중합법이 다르면 얻어지는 폴리에틸렌도 성질이 다르므로 고압법(ICI법) 중압법(필립스 법), 저압법(치클러법)등 제조법에 의해 분류되고 있으나 본질적인 성상의 차이는 밀도와 관련되어있으며 저밀도(0.910~0.925), 중밀도(0.926~0.940), 고밀도(0.941~0.965)로 분류되고 있다. 폴리에틸렌은 내약품성, 전기절연성, 성형성이 우수해 가소제를 사용하지 않아도 유연한 제품이 얻어진다. 이 때문에 사출성형, 필름, 병 등으로 가공되며 포장재료, 가정용품 등에 대량으로 이용되고 있다. 중량 평균분자량 1만 이하 및 100만 이상의 것을 각각 저분자량 및 고분자량 폴리에틸렌, 200만 이상의 것을 초고분자량 폴리에틸렌, 선 저밀도 폴리에틸렌이라고 한다.

(5) 폴리프로필렌(polypropylene) 수지

비중은 0.9이하로 낮으며 투명하고 결정성은 95%이다. 강성이 있는 성형재료로서 이용

된다. 상온에서는 내 충격성이 있지만 -5°C 이하의 저온에서는 약하므로 내 충격성이 큰 그레이드를 필요로 한다. 내열성을 가지며 내마모성이 뛰어나다. 필름은 물과 공기를 잘 통과시키지 않는다. 전기특성이 뛰어나고 내수, 내약품성이 뛰어나다. 연소시 석유냄새가 나며 접착성과 인쇄성이 떨어진다. 일광과 열에 서서히 노화한다.

용도는 가정용 싱크대용품, 욕조, 필름, 포장용 투명필름, TV, 라디오 케이스, 가전케이스 연신 모노필라멘트, 밴드, 잡화 끈, 로프, 자동차의 범퍼, 기계부품, 문구, 파이프 시트, 섬유 등 널리 쓰인다.

(6) 폴리탄산(polycarbonate) 수지

강인하고 충격강도가 크며 EP에 속한다. 내열성이 크고 저온특성도 양호하다($-10^{\circ}\text{C}\sim 135^{\circ}\text{C}$). 빛에 안정되고 가공시 산화가 적다. 전기특성이 뛰어나고 치수안정성도 좋다. 투명하여 내후성이 좋고 흡수성도 작다. 자기 소화성으로 난연제를 가하면 SE-0로 된다. 독성이 없으며 물, 약산에 강하다. 필름은 가스배리어성이 뛰어나다.

용도는 가정전기기기부품, 전자기기부품, 조명가구, 신호기렌즈, CD원재료, 전기공사용품, 철도, 자동차, 항공기부품, 광학기계부품, 카메라, 유압여과장치, 펌프날개, 목공도구, 식기, 싱크대용품, 가스라이터몸통, 화장품용기, 우유병, 하이힐 뒤축, 빗, 보안용 헬멧, 의료기구, 인공장기, 유리창, 고속도로펜스, 광고판 등에 널리 쓰인다.

(7) 폴리초산(polyacetal) 수지

폴리아세탈은 포름알데히드(Formaldehyde)를 원료로 하여 폴리머로서 호모(Homo-Polymer)폴리머와 코(Co-Polymer)폴리머 양자가 이용된다. 이 두 재료 모두 결정성이며 대체적으로 유사한 성질을 가지고 있다. 이것들은 양호한 피로내구도, 내크리프성, 낮은 마찰계수와 매력적인 외관을 가진 강성재료이다. 2개의 타입 중 호모폴리머는 더욱 높은 인장강도, 굴곡강도, 내피로성과 경도를 가지고 있으며, 코 폴리머는 열적으로 안정되어 가공이 용이하고 열수, 열화에 대한 내성이 양호하다. 그리고 뛰어난 알칼리성과 보다 높은 신장성을 가지고 있다.

용도는 치차(톱니바퀴), 바인더, 화스나, 문틀바퀴, 펌프날개, 히터팬, 메터부품, 에어줄병, 에어줄 밸브, 화장품용기, 보빈, 모터부품, 스위치부품, 테이프 레코더기판, 자동차의 와이

퍼기어, 가스밸브, 카브레이터 부품과 수도정, 문틀, 라이터케이스, 빗, 완구의 치차에 주로 쓰인다.

(8) 쉐린(Surlyn;아이오노머)

아이오노머수지는 미국의 듀폰사가 개발한 강인성과 적당한 탄력성을 가진 내한성 내마모성에 우수한 수지로서 동사에서는 『쉐린』이라는 상품명으로 시판하고 있다. 아이오노머는 폴리에틸렌의 분자고리에 카본산기의 측고리가 있고 그 카본산기의 일부가 금속 양이온에 의해서 분자고리간에 가교되어 있는 구조로 되어 있다. 이 두개의 구조상 특징에 의해 많은 우수한 성질이 생긴다.

이 수지는 일반 열가소성수지와 같이 성형이 되고 가교로써 용해강도, 용해 연신성에서 LDPE보다 우수하다. 또한 고화상태에서는 이온결합이 더 강해지므로 강인성이 더 커진다. 이것의 특징을 요약하면 다음과 같다.

- (가) 매우 강인하고 적당한 탄력성과 유연성이 있다.
- (나) 내한성이 우수하다.
- (다) 내마모성이 우수하다.
- (라) 투명성이 양호하다.
- (마) 카본산기가 있으므로 금속 등에 대해 안정된 열접착성이 있다.
- (바) 우수한 내유성이 있다.
- (사) 내 스트레스 크래킹성이 우수하다.
- (아) 안료나 충전제와의 상용성이 우수하다.
- (자) PE와 같은 가소성형이 된다.
- (차) FDA에 합격했다.

다. 기타 합성수지

(1) 실리콘(규소)수지(SI)

특성은 외관상으로는 유상, 고무탄성체, 수지상 등 여러 가지가 있다. 비중은 1.05~1.23이며 기계적 강도는 측쇄기의 종류에 따라 전혀 다르다. 고무탄성체 성형품은 일반적으로 쉽게 절단되며 취약하고 강도는 약하다. 측쇄기의 종류에 의해 강력한 적층품을 만들 수

가 있지만 고주파전기 특성은 떨어진다. 충격강도는 탄소계 수지보다 일반적으로 낮다. 내열성과 내한성이 대단히 강하여 고무상 제품은 $-75\sim 200^{\circ}\text{C}$ 정도이고 적층제품은 $-115\sim 260^{\circ}\text{C}$ 전이다. 또 실리콘유 점도의 온도의존성은 팜유에 비교해서 대단히 낮다. 무극성 측쇄기가 결합되었을 경우, 실리콘유나 고주파용 적층판 유전율은 2.7~2.74이고 뛰어난 전기절연물이 된다. 그러나 유극성 측쇄기를 함유할 경우 기계적 강도는 증대하지만 고주파 전기절연성은 저하한다. 화학적 특성은 내용제성에 있어서는 실리콘유나 톨루엔 등의 무극성 용제나 강용제에 녹는다. 실리콘고무 성형품은 무극성용제나 초산에스테르, 강용제에 팽윤하여 침해된다. 또 강산이나 강알칼리에 침해된다. 흡수성은 0.1~0.2% 정도이고 내후성에 있어서는 극히 열화하기 어려우며 자외선과 오존 등에 잘 견딘다. 이형성이 극히 양호하며 이것으로 이형제가 만들어진다. 실리콘수지의 접착성은 다른 물질과 접착이 대단히 양호하며 측쇄기의 종류에 따라 강한 접착성을 가진 RTV고무와 같은 것이 된다. 또 실리콘은 극히 강한 배수성을 가지고 있다. 물과의 접촉각은 $90\sim 110^{\circ}$ 로 물과 섞이기 어렵다. 단, 이 성질은 투습률과 직접 관계는 없다. 실리콘유는 거품을 제거하는 성질이 있어 10만분의 1 정도에도 효과가 있다. 그러나 다른 수지와와의 상용성, 블렌드 특성은 좋지 않다. 실리콘유나 실리콘글리스는 다른 물질과 접촉각이 크고 미끄럼마찰은 작으나 유막을 만들지 않으므로 윤활성은 팜유에 비교해 떨어진다. 또 실리콘유는 증기압이 낮은 진공기계용 유에 사용된다.

용도는 실리콘오일로서 윤활유, 이형제, 제동유, 의약, 화장품의 피부보호제 등에 쓰이고, 실리콘고무로서는 고무롤러, 파이프, 튜브, 금형, 이화학 기구, 각종 실(Seal), 앰파이어 튜브, 리드선, RTV 접착실(SEAL)에 쓰이며, 수지로는 고온부의 전기부품 커넥터, 전자부품, 내아크성이 요구되는 곳, 전자회로, 콘덴서, 저항소자, 직접회로 실(Seal)용에 널리 쓰인다.

(2) 천연고무

고무나무로부터 채취된 라텍스를 처리하여 얻어지며, 이소프렌의 중합체이다.

(3) 합성고무

합성고무는 1962년경부터 천연고무를 대신하여 많이 사용되고 있으며, 천연고무의 장

점을 살리고 결점을 보완하도록 합성되었다. 그 종류는 많고 폴리 부타디엔고무, 에틸렌 프로필렌고무, 클로로폴렌고무, 아크릴고무, 폴리에스테르고무 등이 있다.

라. 섬유재료

섬유재료는 인간의 피복재료로써 피부에 접촉하는 재료이다. 섬유재료는 천연재료와 인공재료로 구분된다.

(1) 천연섬유

천연섬유에는 식물섬유와 동물섬유가 있고, 그 외에도 광물섬유로써 석면 등을 들 수 있다

(2) 인공섬유

인공섬유인 화학섬유는 재생섬유, 반합성섬유, 합성섬유 및 무기질섬유가 있다.

(3) 합성섬유

나일론, 비닐, 폴리에스테르, 아크릴, 폴리프로필렌, 폴리우레탄 등이 있다.

(4) 무기계섬유

탄소섬유, 글라스섬유 등이 있다.

마. 피혁재료

피혁도 의지장구에서 벨트, 구두 또는 의족의 장식가죽 등에 쓰인다. 피혁은 천연피혁과 인공피혁으로 나누어지며, 피혁은 천연피혁으로써牛皮를 중심으로 말, 산양, 돼지, 사슴, 개 등이 있다. 천연피혁은 무두질처리에 따라 두껍고 질긴 피혁 또는 유연한 성질의 피혁을 얻을 수 있다. 인공피혁은 천연피혁의 유사품으로써 화학적으로 합성된 폴리아미드 피혁과 그 외 우레탄계의 합성피혁이 있다.

■ 참 고 문 헌

1. 井口 信洋, “義肢裝材料學入門”, 金屬, 1994年6月号, pp54-61
2. 井口 信洋, “義肢裝材料學入門”, 金屬, 1994年7月号, pp54-60
3. 井口 信洋, “義肢裝材料學入門”, 金屬, 1994年8月号, pp52-60
4. 井口 信洋, “義肢裝材料學入門”, 金屬, 1994年9月号, pp57-64
5. 井口 信洋, “義肢裝材料學入門”, 金屬, 1994年10月号, pp56-63
6. 日本義裝具學會, “義肢學”, 1998
7. 김진호, 오경환, 정진우, “보조기학과 의지학”, 도서출판 대학서림, 1990
8. 권혜정 외, “보장구 의지학”, 고문사, 1993
9. 문한규 외, : 재료시험법, 한국표준연구소, 1987
10. 재단법인 테크노에이드 협회, “의지장구사강습회 텍스트”, 공학편, 소화 63년 6월, pp.63-69
11. 한봉희, “金屬材料”, 희중당, 1988
12. Thomas R. Lunsford, “Strength of Materials in Orthotic and Prosthetic Design”, The American Academy of Orthotists and Prosthetists, 1996,

