

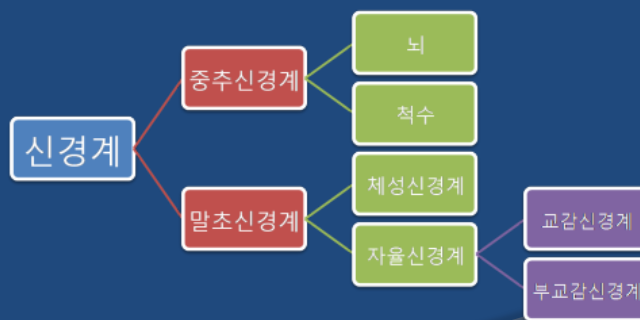
제3장. 신경과 근육의 운동생리 및 기능

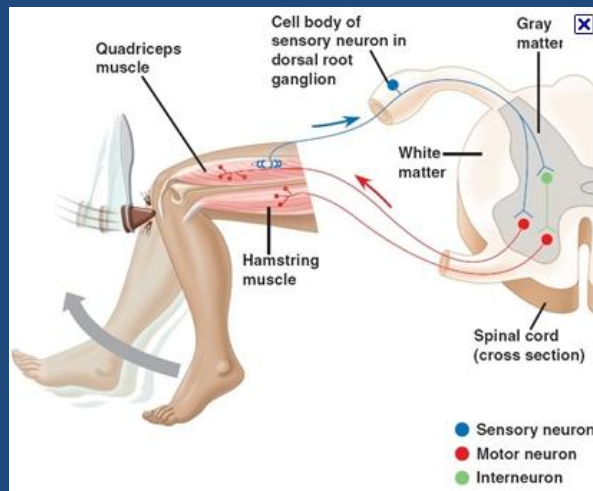
ASPECTS OF MUSCLE PHYSIOLOGY AND
NEUROPHYSIOLOGY

○ **신경계의 기능** ; 길이, 장력, 속도, 하중에 따라 근 수축을 섬세하게 조절, 감각과 운동기능, 기억, 사고과정, 감정, 행동을 포함한 수많은 기능

○ **신경계의 분류**

- ① **중추신경계** central nervous system CNS ; 뇌와 척수로 구성
- ② **말초신경계** peripheral nervous system PNS ; 인체의 수용기와 효과기, 신경절, 말초신경계와 중추신경계를 연결하는 신경돌기로 구성





○ **감각 신경계**; 인체 각 부분의 상태와 주위 환경에 관한 정확한 정보 (감각신경 임펄스의 형태로)를 즉시 전달한다. 입력되는 감각정보는 뇌에 이미 저장된 정보와 함께 운동계를 포함한 다른 신경계에 의해 사용

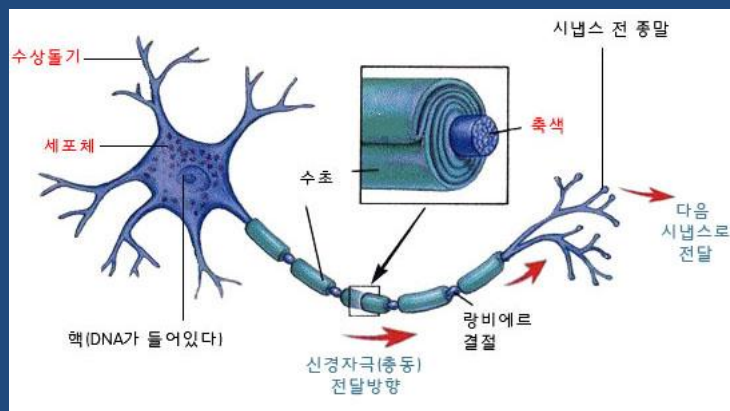
○ **운동신경계**; 원하는 운동을 일으키기 위하여 선택한 근육군이나 근육에 명령(운동신경 임펄스의 형태로)을 전달한다.

○ 감각신경계와 운동신경계의 상호작용을 위한 요소

- ① 단계적으로 능동적 장력 tension을 발생하는 근육의 능력
- ② 수축과정에 연료를 공급하는 심혈관계, 호흡계, 소화기계의 능력
- ③ 무슨 일이 일어나고 있는가를 인식하고,
- ④ 인체의 한 부위가 고정되고 어떤 부위를 정확하게 움직이기 위해 필요한 수축량과 수축률을 조절하는 신경계의 능력이 포함

1. 말초신경의 구조

- 수상돌기: 다른 신경원으로부터 정보를 받아 세포체로 전달하는 기능을 가지고 있는 구심성 섬유(afferent fiber)이다.
- 축삭: 세포체로부터 인접한 신경원으로 신호를 전달하는 기능을 갖고 있는 원심성 섬유(efferent fiber)이다.
- 연접부: 신경원의 축삭, 수상돌기 및 세포체로 신호가 전파되는 부분이다.



2. 말초신경섬유의 종류

1)A 섬유: 가장 굵고, 신경전도속도 제일 빠르다. 체성신경 섬유의 일종

2)B 섬유: 자율신경의 절전섬유

3)C 섬유: 무수신경섬유, 직경이 작아 신경전도속도 제일 느림.

A섬유→비교적 동통의 부위가 명확한 통각 전달

C섬유→동통의 부위가 불명확한 통증을 전달

3. 감각기

┌ 일반감각: 온몸에 분포 ⇒ 통각, 온도각, 촉각 및 근, 고유감각

└ 특수감각: 머리부분에만 있는 고도로 분화된 감각 ⇒ 후각, 청각, 시각, 평형각, 미각

1) 자율신경종말: 통각감수기, 일부의 촉각, 온도각, 근감각도 有

2) 중구(군봉상소체): 냉각

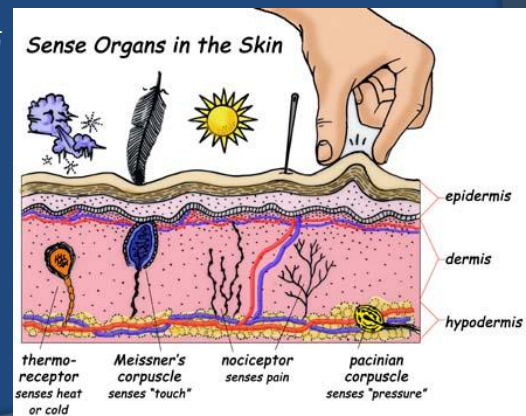
3) 루피니소체: 온각

4) 촉각소체(Meissner's corpuscle): 경촉각

5) 층판소체 (Pacini corpuscles): 압각

6) 근방추

7) 내장감수기



나. 체성감각의 전달로

┌상행로(감각신경계 통과)

└하행로(운동신경계 통과)

┌의식을 동반하는 통로→시상에 중지.

└의식을 동반 X 통로→소뇌와 연결

❖ 체성감각은 척수신경 후根的 감각신경 가지들로 말미암아 일어나는 온몸의 감각을 가리킨다. 간단히 체감(體感)이라고도 한다. 촉각, 온도, 고유감각 (몸의 위치), 통각 (아픔)과 같은 감각 양상을 만든다.

❖ 이 감각계는 다음과 같은 서로 다른 수용기를 이용하여 다양한 자극에 반응한다. ∴ 온도수용기, 위치탐지기, 기계수용기, 화학수용기. 그리고 수용기로부터 정보를 전달받는 것은 척수와 뇌의 신경 다발을 통하여 감각신경을 거쳐 일어난다.

5. 신경과 골격근 사이의 흥분전달

☞ 근육에 분포된 신경 중 감각신경이 차지하는 비율은 60%

☞ 고감신경의 작용(예: 도둑이 들어왔을 때)

- ① 동공 확대 ② 타액분비 억제 ③ 소화관운동 억제
- ④ 배뇨, 호흡 억제 ⑤ 심박동 증가 ⑥ 혈압 상승
- ⑦ 기관지 확장 ⑧ 선근부신피질 분비촉진

근육생리

1. 근육의 구조

1) 횡문근의 미세구조

(1) 근섬유

(2) 근원섬유(myofibril) → 구성 단백질

① 마이오신: 굵다. 십자가 형성에 관여

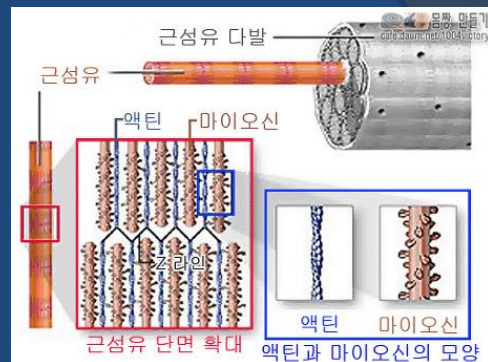
② 액틴: 가늘다.

③ 트로포마이오신 tropomyosin ┘ 액틴과 마이오신의 결합 억제 → 근 수축 방지

④ 트로포닌 troponin-----┘

☞ 근수축의 최소단위: ① + ②

(3) 근 필라멘트: 근원섬유 구성, 가는 실 같은 두 개의 단백질 분자 - 액틴 actin thin filament + 마이오신 myosin thick filament 로 구성



2) 근원섬유의 단백질

3) 활주설: 액틴과 마이오신 근세사의 길이 변화 없이 액틴이 근절 (sarcomere) 의 중심에 위치하는 마이오신 쪽으로 미끄러져 들어가면서 근육 수축이 일어난다는 이론

4) 운동단위와 신경지배

❖ 운동단위 : 한 개의 근육에는 5~1500개의 운동단위(motor unit)가 있다. 1개의 neuron에 많은 운동단위가 있는 것은 강한 힘을 만들고, 1개의 neuron에 적은 운동단위가 있는 것은 세밀한 힘, 정확한 힘을 만든다.

☞ 인체 근육 중 가장 적은 수의 운동단위는 eye muscle

❖ 지배비율: 운동신경원(motor neuron)은 지배하는 근육에 들어가기 전에 또는 들어간 직후에 수많은 가지돌기를 내어 평균 100개 이상의 근섬유와 연락을 갖는 것

※ 근의 활동이 정교한 것 ⇨ 지배비율이 적으며, 운동량이 많으면서 빠른 것 ⇨ 지배비율이 많다.

☞ 지배비율이 낮은 근육의 특징은? 섬세한 운동에 적당하다.

2. 큰 수축과 이완 시의 에너지 대사

- 큰 수축에 이용되는 중요한 에너지원: 글리코겐 & 지방산
- 산소부채: 큰 수축 자체에서는 산소가 직접적으로 필요하지는 않지만 회복하는 과정에서 산소가 소모되는 것
- ➡ 큰 수축시 열 발생 총량이 가장 많은 시기는? 회복기

산소부채: 운동을 시작하면 그 운동 강도에 필요한 산소의 양이 있다. 운동 강도는 갑자기 높아지지만, 신체는 그 운동 강도에 맞추어서 조절될 때까지 어느 정도의 시간이 걸린다. 그래서 운동 초반에는 필요한 산소의 양만큼 흡수를 하지 못하기 때문에 산소 부족(oxygen deficit)이 발생한다. 그리고 어느 정도 시간이 지나고 신체가 필요한 산소와 흡수하는 산소의 양이 같은 상태가 되면 평형 상태(또는 지속 상태-steady state)가 된다.

운동이 끝나면 실제로 필요한 산소의 양은 줄어들지만, 몸이 흡수하는 양은 좀 더 많은 상태이다. 실제로 몸이 필요한 양의 산소보다 더 많이 섭취하는 산소를 산소 부채(oxygen debt)라고 한다.

o 골격근의 기능

- ① 운동의 속도 speed 유지
- ② 자세유지에 있어서는 에너지를 절약하는 특성
- ③ 근육은 그들이 지나가는 관절에 완전한 운동범위 range of movement로 운동이 가능하도록 충분히 짧아져야 하고, 운동 범위의 끝에서 끝까지 무게를 움직일 수 있는 충분한 힘 power을 발생해야 한다.
- ④ 근육은 때때로 피로함 없이 장기간 기능을 수행해야 하고, 몇 초 동안에 큰 힘을 내기 위하여 최대 노력을 해야 한다.

3. 골격근 섬유의 종류

Type I	Type II
저속근(slow muscle)	고속근(speed muscle)
적색근(red muscle)	백색근(white muscle)
근장>근원섬유	근원섬유>근장
지속적, 느린수축	고속적, 느린수축
활동 ↓ → ∴ 피로 ↓	속련·활동 ↑ → ∴ 피로 ↑
신근(상완삼두근, 척추배부근)	굴근
작은 자극빈도(저주파)로써 강축	
myoglobin의 양이 많다.	myoglobin의 양이 적다.
산화율(oxidation rate) 높다	산화율(oxidation rate) 낮다
깊이 있는 근육	표면쪽의 근육
■ 반사의 역치가 낮다 ■ 자세반사에 크게 관여한다. ■ 미토콘드리아를 풍부하게 함유 ■ 유기성 화학성 반응을 활발하게 일으켜 근 활동에 필요한 에너지를 이완 합성하는데 고속근보다 유리하다.	

4. 골격근의 모양

이름	형태	예
방추상근(Fusiform)	근복이 굵고 양 끝에 有. 가장 일반적인 근육의 모양	장장근 봉궁근
이두근(Bicipital)	개시부가 2개	상완이두근, 대퇴이두근
삼두근(Tricipital)	비복근⊕넙치근 장비근(triceps surae)	장비근 (triceps surae)=아퇴삼두근
사두근(Quadricepital)	개시부가 4개	대퇴사두근
이복근(Biventer)	2개의 근복으로 나뉨	견갑설골근
다복근(Polyventer)	3개 혹은 그 이상의 근복	복직근
다미근(Multicaudal)	다수의 정지부	심지골근
거근(Serrated)	개시부가 톱니모양	전거근
익상근(Bipennate)	새 날개꼴 모양	전경골근
반익상근(Unipennate)	새 깃의 반쪽 모양	반막양근
반건양근(Semitendinous)	건과 같이 가느다란 근육	반건양근
광근(Broad, flat muscle)	넓은 부위	광배근
환상근(Ring-like m.)	원형모양	외항문 괄약근

5. 기능 및 역할에 의한 근육의 분류

1) 운동근(Mover) 혹은 동근(Agonist): 구심성수축의 관절운동

2) 주동근(Prime mover)과 보조운동근(Assistant mover)

① 주동근: 특별한 상황에서 관찰된 운동에서 가장 효율적인 동작을 하는 근육

② 보조운동근(비상근): 돕거나 하나 효율이 떨어지는 근육

↳ 삼각근이나 극상근 마비 시의 상완이두근(장두)→외전

3) 길항근(Antagonist): 어떤 특별한 근육의 관절운동에 정확하게 반대.

4) 고정근(Fixator) 혹은 안정근(Stabilizer): 뼈를 지지, 운동근에 견고한 기저부 제공

예> ① Push-up ⇨ 복부근

↳ ② 견관절 내외전 운동 ⇨ 승모근과 대능형근, 소능형근

☞ 삼각근이 작용할 때 주된 고정근(fixator)은 승모근

☞ 주관절 굴곡 시 고정근으로 작용되는 근육은? 삼각근

5) 협력근(Synergist): 활동하는 근육부위에 대한 이차적인 동작이나 불필요한 운동을 제한하는 근육.

① 도움 협력근: 예>바로 누운 자세→sitting(복부근들 협력→척추굴곡)

② 순수 협력근

☞ shoulder abduction시 anterior deltoid와 posterior deltoid는 협력근(Synergist) 관계이다

b) 중화근(중립근, Neutralizer) = 순수협력근

☞ true synergy 작용을 가장 많이 요구하게 되는 경우는 분리되고도 섬세한 동작을 할 때.

☞ 승모근상부와 하부 두 근육의 작용이 견갑골 퇴축(retraction)시에는 협력근으로 작용하나 상방회전과 하방 회전시에는 길항근으로 작용

6. 분출형 근육과 혼합형 근육 ★

1) 분출형 근육(Spurst muscle) - 관절 가까이-정지부

↳관절 먼 곳-기시부

- ① 수축력-빠른 가로 질러 힘이 직접 적용
- ② 힘이 작용하는 동안 탄젠트 곡선을 그리면서 운동

2) 문합형 근육(Shunt muscle) 관절 가까이-기시부

관절 먼 곳-정지부

- ② 안정근으로서의 큰 역할(관절열길어당기는 경향이 있기 때문)

• 어느 관점을 기준으로 하느냐에 따라 서로 바뀔 수 있다.

상완이두근 ㄱ 주관절 ➡ 분출혈

↳ **견관절** ⇒ **문합형**

- **힘: 문합형(Shunt muscle) > 분출형(Spurt muscle)**

7. 근수축의 종류

- 1) 등장성 (Isotonic) 수축: 장력불변, 길이증감
 - 2) 구심성(Concentric) 수축: 근육의 길이가 짧아지는 형태 장력은 그대로 또는 증가.
 - 3) 원심성 (Eccentric) 수축
 - ① 이미 수축된 근육이 원래의 길이로 늘어나면서 일으키는 수축
 - ② 중력방향으로 작용하는 거의 모든 근육
 - 4) 등척성 (Isometric) 수축
 - ① 길이불변, 장력증가
 - ② 자세 유지력으로는 작용하지만 일(Work)은 하지 않는다. 그러나 Energy의 소모는 일어남
- ☞ 원심성 수축으로 근육이 작용할 때 저항의 효과를 증대시키려면? Slow speed
- ☞ 구심성 수축으로 근육이 작용할 때 저항의 효과를 증대시키려면? increase speed
- ☞ 장력: 원심성>등장성>구심성

8. 운동생리학

1) 호흡의 증가와 산소부채

■ 산소부채: 산소의 공급량이 요구량을 충족시키지 못하여 산소가 부족한 상태

2) 순환계의 변동

(1) 심장 박동수의 증가

(2) 혈압의 상승: 격렬한 운동시 최고치 → 160mmHg

*혈액의 수소이온 농도(pH): 하강 → 중추신경계에 작용 → 직경이 큰 혈관들을 수축 → 혈압상승

(3) 심장 박출량의 증가

3) 근육의 비대

*운동 ⇨ ① 근육의 부피 & 종량 & 수축력이 커진다.

직경증가 ⇨ ② 근세포 하나하나의 크기가 증가한 결과

⇨ ③ 세포수의 변화는 없다.

*운동신경의 일부 절단 & 병적 상태 & 근 운동을 장시간 하지 않았을 때 ⇨ 근육 용적(부피)이 줄고 수축력도 약해진다.

4) 체온의 상승: 근육축의 결과 ⇨ 열 발생

5) 소변의 변화 ⇨ 운동 중 생긴 젖산, 탄산, 기타 산성물질에 의한 혈액의 산성 경향을 없애는 콩팥의 조절작용

☞ 운동의 생리적인 반응은 근육 내 sugar는 감소하고 lactic acid가 생긴다.