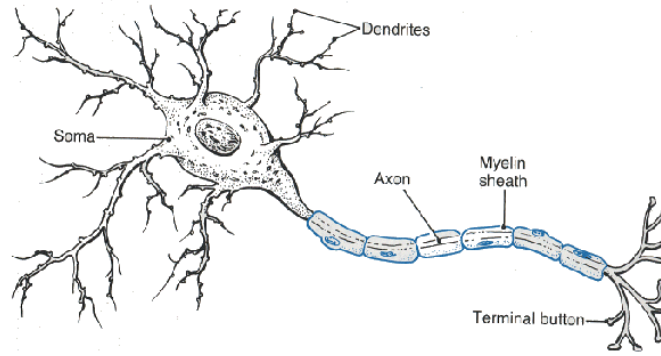


2. The Auditory Brain

Max Mathews

2.1 Nerves and Brain



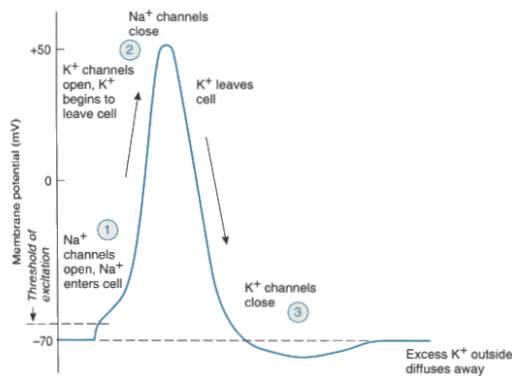
[그림 1] Neuron Diagram¹⁾

- Nerve Cell Body (Soma, 신경세포체): 유전 정보를 갖고 있는 핵이 있는 부분
- Dendrites (수상돌기): 다른 세포로부터 신호를 받아들임
- axon (축색돌기): 다른 세포로 신호를 전달

2.2 Electrical Behavior of Nerves

뉴런의 흥분전도

- 신경의 휴지상태: 세포막 전위가 외부는 - 전하(K^+), 내부는 + 전하(Na^+)
 - 뉴런의 내부가 외부에 비해 약 $-50mV$
- 휴지상태의 신경이 자극을 받으면 자극 받은 곳의 Na^+ 관문이 열리면서 세포질 속으로 Na^+ 가 유입. 이 때 세포막 안팎의 전위가 역전되면서 탈분극
- 축색돌기 말단 방향으로 Na^+ 가 이동, 이 때 전류가 전파
- 탈분극 후 다시 원래의 상태로 돌아감



[그림 2] Neuron Action potential²⁾

1) 출처 : <http://www.mindcreators.com/NeuronBasics.htm>

2) 출처 : <http://www.mindcreators.com/NeuronBasics.htm>

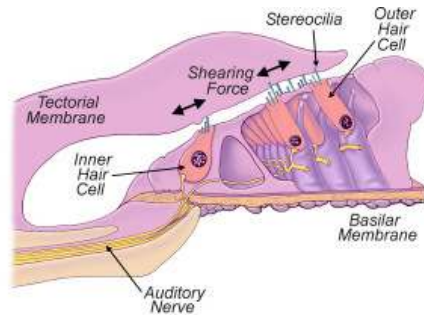
- Myelin (미엘린): 축삭돌기의 겉을 여러 겹으로 싸고 있는 백색 지방질 물질로 뉴런을 통해 전달되는 전기신호가 누출되거나 흩어지지 않게 보호
- nodes of Ranvier (랑비에결절): 미엘린이 중단된 마디 부분. 랑비에결절에서만 활동전위가 일어나는데, 이러한 활동전위는 랑비에결절에서 다음 랑비에 결절로 도약하며 일어나 속도가 빠름.

2.3 Propagation Times in Nerves

자극의 전도속도

- axon의 지름에 비례하여 선형적으로 증가
 - axon의 지름이 2microns이면, 전도속도는 약 10m/s
 - axon의 지름이 20microns이면, 전도속도는 약 120m/s
 - cf. 전자파의 속도는 300만 m/s, 음파의 속도는 334m/s

2.4 Inner and Outer Hair Cells: Nerve Signals in the Ear



The Organ of Corti

[그림 3] The Organ of Corti³⁾

The Inner Hair Cell (내유모세포)

- afferent fibers(구심성 신경 섬유)에 의해 자극되며, 자극을 뇌에 전달

The Outer Hair Cells (외유모세포)

- motor cell (운동 세포)
- efferent fibers(원심성 신경 섬유)에 의해 자극되며, 청각조직의 고등부에서 섬모세포로 신경을 보내주는 역할
- 내유모세포의 반응을 증강시켜 소리의 세기에 민감하게 하고, 음색의 구별을 도와줌

Nerve Firing(신경발사)

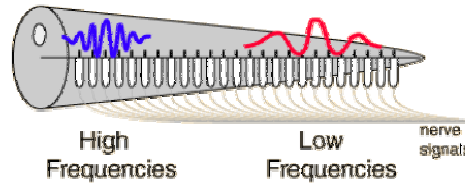
- 발사 후 refractory period(불응기: 신경·근세포가 자극에 반응한 후, 다음 자극에 반응할 수 없는 기간)이 있음

3) 출처 : <http://www.bcm.edu/oto/research/cochlea/Hearing/>

2.5 Rate and Place Theory of Pitch Perception

Place Theory

- 주파수에 따라 세포막의 섬모세포를 자극하는 위치가 다름



[그림 4] A Schematic View of the Place Theory⁴⁾

- 큰 소리는 고막의 진동이 크므로 기저막 진동의 진폭이 더 커짐
-> 소리가 클수록 실제 대뇌로 가는 신경의 활성전위의 가 증가

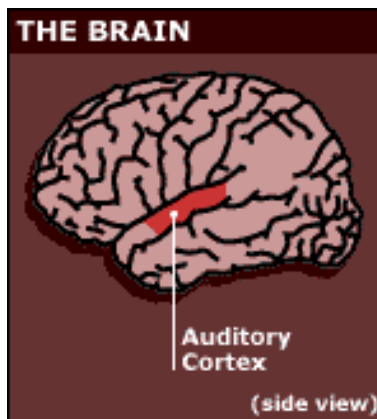
2.6 Efferent Nerves and Cochlear Response Curves

두 신호의 주파수의 0.3%의 차이까지 구별 가능

2.7 The Auditory Brain

Auditory Cortex(청각 피질)

- basilar membrane(기저막)의 각 영역이 auditory cortex의 특정영역과 연결

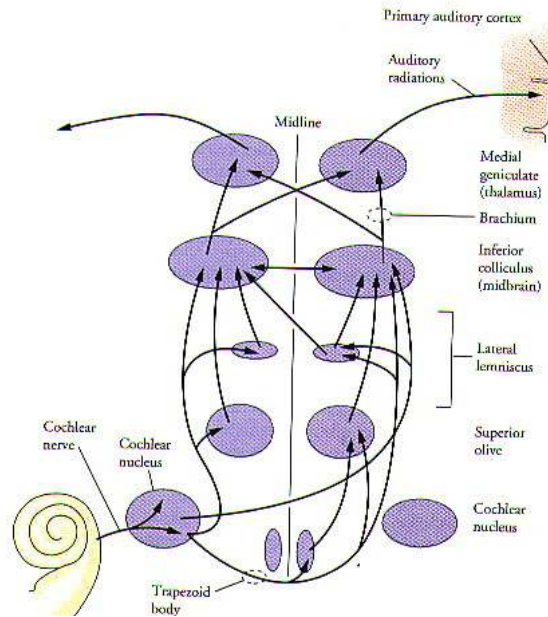


[그림 5] Auditory Cortex⁵⁾

4) 출처 : <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/sound/place.html#c1>

5) 출처 : <http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/1496709.stm>

청각신호의 뇌 전달경로



[그림 6] 청각신호의 뇌 전달경로6)

2.8 Interaural Timings

소리의 방향 구별

- Interaural Time Difference (두 귀간 도달 시간차이)
 - 두 귀간 신경박동의 차는 10 microseconds
- Interaural Intensity Difference (두 귀간 소리의 레벨 차이)
- 두 귀로 받아들이는 스펙트럼의 배색차이

6) 출처:

http://kin.naver.com/open100/db_detail.php?d1id=11&dir_id=110205&eid=UAwT5xwx6nr7hoB8iZ8rSeVctre8WS0w&qb=w7uwosfHwfo=