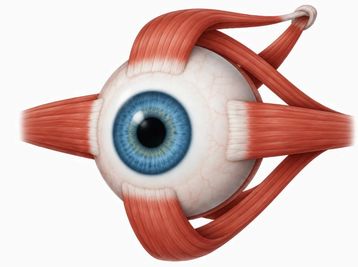
Осанка · Движение · Равновесие · Стабильность

Зависит от того, как мозг отвечает на два вопроса...

Где я нахожусь в окружающей среде? | **Где окружающая среда относительно меня?**

Зрительная система



Глазное яблоко с шестью наружными мышцами

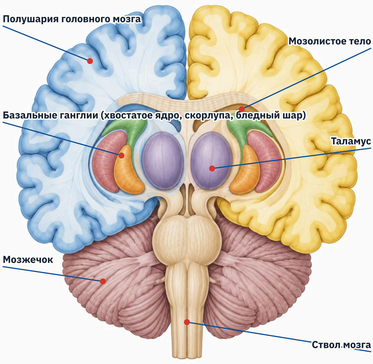
ЗРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

- Сетчатка → зрительный нерв (II) → хиазма → зрительный тракт → латеральное коленчатое тело → зрительная кора
- Оптический поток, фиксация и ориентиры окружения поддерживают ориентацию
- Саккады меняют фиксацию; плавное слежение сопровождает цель; вергенция согласует глаза

Мышца глаза	Черепной нерв	Действия
Медиальная прямая	III	Приведение
Латеральная прямая	VI	Отведение
Верхняя прямая	III	Подъём, приведение, инторсия
Нижняя прямая	III	Опускание, приведение, эксторсия
Верхняя косая	IV	Инторсия, опускание, отведение
Нижняя косая	III	Эксторсия, подъём, отведение

Действия мышц зависят от направления взгляда. Координация включает ядра III, IV и VI и медиальный продольный пучок, а не простое правило «левый/правый мозг».

Центральная интеграция



Мозг, фронтальный срез: полушария, глубокие ядра, мозжечок и ствол

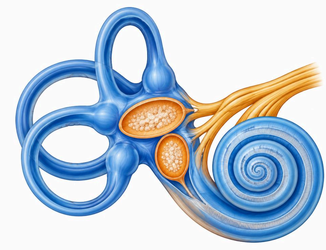
ЦЕНТРАЛЬНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ

- Стволовые и спинальные цепи: быстрые постуральные реакции
- Мозжечок: предсказание, калибровка и коррекция ошибок
- Таламус и кора: восприятие, внимание и контроль в зависимости от задачи
- Базальные ганглии: выбор и масштабирование движения
- Мозолистое тело: обмен между полушариями

СЕНСОМОТОРНЫЙ ЦИКЛ

1. Сенсорные рецепторы
2. Афферентные нервы и пути
3. Спинальные, стволовые и мозговые сети
4. Нисходящие моторные пути
5. Мышцы и механика суставов
6. Движение → новая сенсорная обратная связь

Слуховая и вестибулярная система



Внутреннее ухо: улитка и вестибулярный аппарат

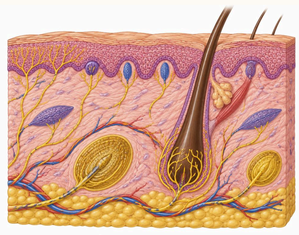
ВЕСТИБУЛЯРНАЯ СИСТЕМА

- Полукружные каналы: угловое ускорение головы
- Маточка и мешочек: линейное ускорение и ориентация относительно силы тяжести
- Вестибулярный нерв (VIII) → вестибулярные ядра и мозжечок
- Вестибулоокулярный рефлекс стабилизирует взгляд при движении головы; вестибулоспинальные пути участвуют в позе

ОРИЕНТИРЫ ВНУТРЕННЕГО УХА

- Улитка: слух; полукружные каналы, маточка и мешочек: вестибулярная чувствительность
- Звуки помогают ориентироваться в окружении, но не заменяют вестибулярные сигналы

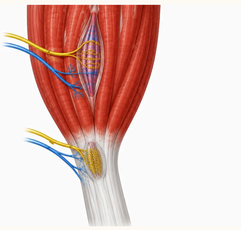
Соматосенсорная система



Кожа в разрезе: эпидермис, дерма и сенсорные рецепторы



Позвоночный столб — вид спереди и сбоку



Мышечное веретено и сухожильный орган Гольджи

КОЖНЫЕ РЕЦЕПТОРЫ

- Свободные нервные окончания — боль, тепло и холод
- Диски Меркеля — длительное лёгкое прикосновение
- Тельца Мейснера — лёгкое прикосновение и вибрация
- Тельца Пачини — глубокое давление и вибрация
- Окончания Руффини — растяжение кожи
- Корневое сплетение волоса — движение волос
- Колбы Краузе — прикосновение

ДАТЧИКИ МЫШЦЫ И СУХОЖИЛИЯ

- Экстрафузальные волокна — рабочие волокна мышцы
- Интрафузальные волокна — внутри мышечного веретена
- Мышечное веретено — чувствует длину мышцы и её изменения
- Сухожильный орган Гольджи — чувствует натяжение сухожилия
- Сухожилие — соединяет мышцу с костью
- Гамма-мотонейроны из ЦНС — настраивают чувствительность веретена
- Чувствительные (афферентные) нейроны — несут сигналы в ЦНС

СОМАТОСЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

- Мышечные веретёна: длина мышцы и скорость изменения (афференты Ia / II)
- Сухожильные органы Гольджи: напряжение мышцы и сухожилия (афференты Ib)
- Кожные рецепторы: контакт, давление, вибрация и растяжение; суставные рецепторы дополняют сигналы положения
- Задние канатики обеспечивают осознанное чувство положения; спиномозжечковые пути передают обратную связь

Осанка · Движение · Равновесие · Стабильность



Осевой скелет и антигравитационная мускулатура

ОСАНКА

- Ориентация и взаимное положение сегментов тела относительно гравитации и задачи
- Осевые и проксимальные мышцы создают изменяемую опорную основу
- Участвуют стволовые, спинальные, корковые и мозжечковые сети

ДВИЖЕНИЕ

- Выбор цели → моторное планирование → нисходящие команды → обратная связь
- Базальные ганглии участвуют в выборе и масштабе; мозжечок — во времени и адаптации
- Опережающие постуральные реакции подготавливают тело к произвольному движению

РАВНОВЕСИЕ

- Контроль массы тела относительно гравитации и поверхности опоры
- Зрение, вестибулярные и соматосенсорные сигналы перевзвешиваются при изменении условий
- Стратегии голеностопа, таза и шага помогают восстановить равновесие

СТАБИЛЬНОСТЬ

- Способность противостоять возмущению или восстановиться при стоянии и движении
- Контроль суставов объединяет пассивные ткани, мышечную силу и нервную координацию
- Динамическая задача может потребовать шага или захвата для расширения опоры

СТОЯНИЕ И ПОХОДКА

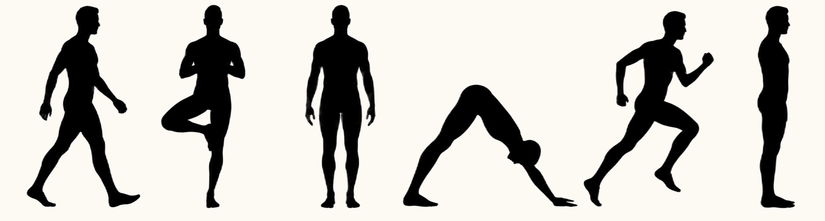
- Осанка, ширина опоры, колебания, переходы, симметрия походки и повороты
- Проба Ромберга отражает сенсорные вклады, но сама по себе не локализует одну структуру

КООРДИНАЦИЯ И ВЗГЛЯД

- Пальценосовая, пяточно-коленная пробы и чередующиеся движения
- Фиксация, саккады, слежение, нистагм и симптомы при движении головы

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ

- Объединяйте анамнез, неврологический осмотр и соответствующие вестибулярные тесты
- Тестирование равновесия требует защиты от падения и квалифицированного наблюдения



Осанка, движение, равновесие и стабильность в повседневной жизни