

# **Зрительные вызванные потенциалы**

**Презентацию подготовила  
ординатор 1 года обучения  
Окулова Ирина Игоревна**

# Зрительные вызванные потенциалы -

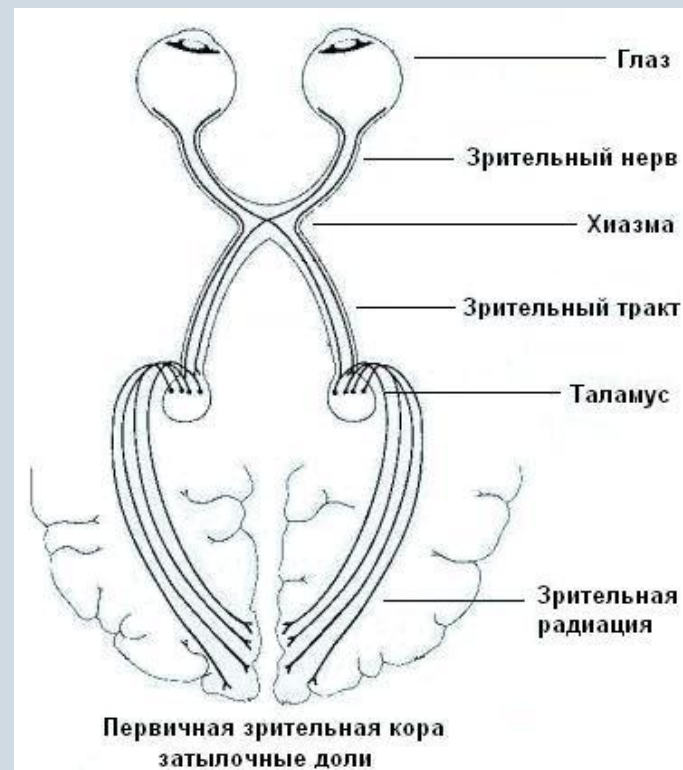
биоэлектрический ответ зрительных областей, расположенных в коре головного мозга, и таламокортикальных путей и подкорковых ядер в ответ на воздействие светом на сетчатку.



## Из истории:

- Впервые ЗВП описал Э. Д. Эдриан в 1941 году, однако устойчиво зафиксировали их уже после того, как Дэйвис и Галамбос выдвинули методику суммирования потенциалов в 1943 году.
- Затем метод регистрации ЗВП нашёл широкое применение в клинике, где исследовали функциональное положение зрительного пути у пациентов офтальмоневрологической сферы.

- Исследование зрительных вызванных потенциалов (ЗВП) позволяют получить объективную информацию о состоянии функции различных уровней зрительного анализатора и диагностировать нарушения в зрительной системе при таких неврологических заболеваниях, как инсульт, рассеянный склероз, опухоли головного мозга, последствия ЧМТ, эпилепсия и др.



# Виды ЗВП

- ЗВП на вспышку
- ЗВП на реверсивный паттерн – шахматное поле (иногда решетка)
- ЗВП на включение – выключение паттерна
- ЗВП устойчивого состояния
- Качающиеся ЗВП
- ЗВП на движение
- Хроматические (цветовые) ЗВП
- Бинокулярные ЗВП
- Стерео ЗВП
- ЗВП на полуполе
- Многоканальные ЗВП
- Мультифокальные ЗВП
- Многочастотные ЗВП
- ЗВП с использованием светодиодных очков

# Виды ЗВП

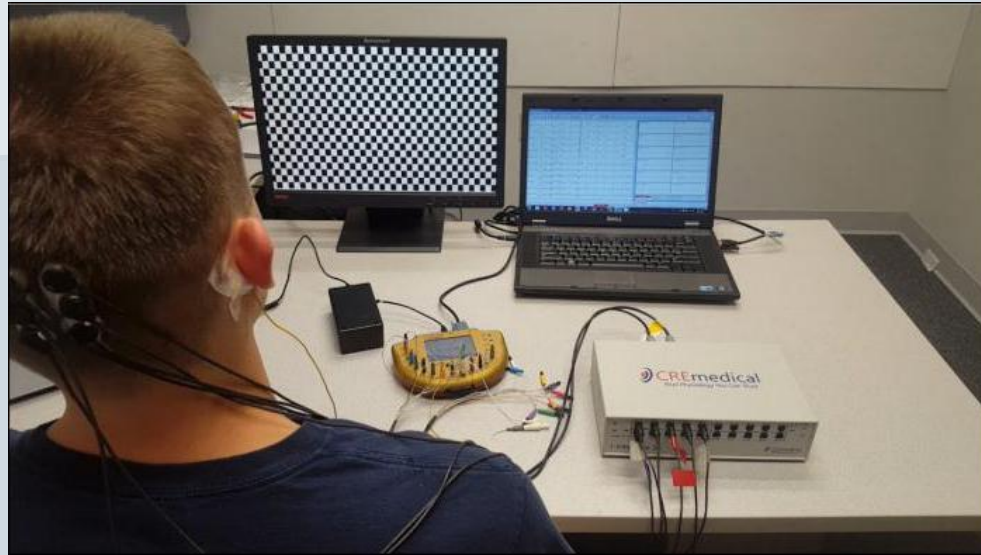
## 1. Зрительные вызванные потенциалы на вспышку света (ВЗВП)

- позволяют обследовать больных с невозможностью фиксации взгляда или рефракции,
- с низкой остротой зрения,
- помутнении оптических сред,
- плохим пониманием команд пациентом.
- *Например, по компоненту P2 ВЗВП можно судить о созревании зрительных функций и наличии неврологических нарушений в первые годы жизни.*

## 2. Зрительные вызванные потенциалы на обращение шахматного паттерна (ПЗВП).

- параметры ответов ПЗВП более стабильны
- имеют меньшую индивидуальную вариабельность

# Методика проведения исследования



- Металлическую пластинку, то есть активный электрод, размещают на голове пациента на два сантиметра выше бугра затылка по средней линии над той областью, где зрительная стриарная кора проецируется на черепной свод.
- Индифферентный второй электрод устанавливают на ушной мочке или сосцевидном отростке.
- На мочке другого уха либо на коже в середине лба закрепляют заземляющий электрод.

# 1. Зрительные вызванные потенциалы на вспышку света

- В качестве стимула используют вспышку от матрицы светодиодов, вставленных в специальные очки, или от газоразрядной импульсной лампы.
- Интенсивность вспышки 100-600 мКд, длина волны - 640 нм (красный свет).
- Вспышка подают монокулярно при закрытых глазах больного.
- Исследуемый должен находиться в свето- и звукоизолированном помещении.
- Активные электроды располагают над затылочной областью по международной схеме «10-20». Иногда накладывают дополнительные электроды в теменных, центральных и височных областях. В качестве референтных используют ушные или лобные электроды. Электрод заземления можно поставить в лобные области или на мочку уха.
- Полоса частот составляет 0,5-100 Гц, эпоха анализа - 500 мс, количество усреднений - 50-200.

- ВЗВП содержат **ранние** (с латентностью до 100 мс) (P1, N1) и **поздние компоненты ответа** (свыше 100 мс) (P2, N2, P3) .
- Негативные (N) и позитивные (P) пики нумеруют последовательно (N1, P1, N2, P2 и т.д.).
- ВЗВП характеризуются **большой индивидуальной вариабельностью**, но **малой зависимостью от остроты зрения**.

В ответе выделяют следующие значимые компоненты:

- начало ответа (примерно 48 мс),
- пик **P1** (50 мс),
- **N1** (75 мс),
- **P2** (100 мс),
- **N2** (часто плохо выражен),
- **разряд последействия** – альфа-послеразряд (синхронизация  $\alpha$ -ритма после вспышки 0,3-1,0 с).

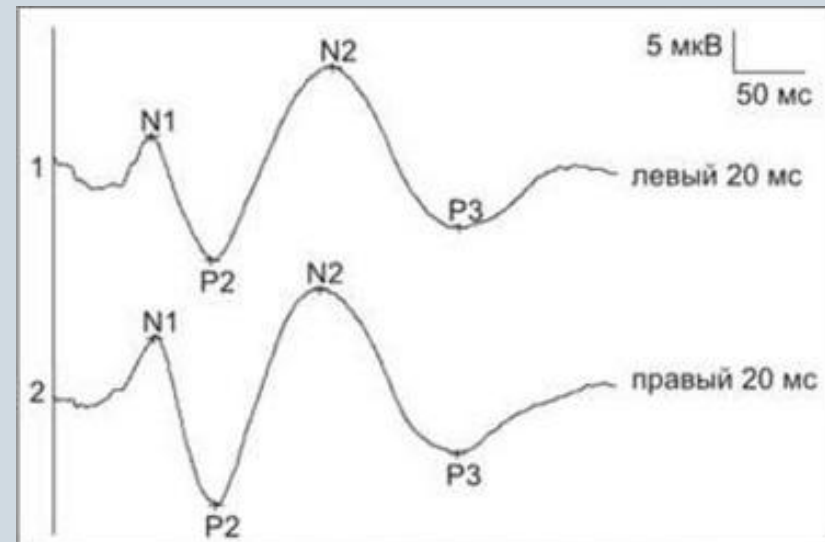
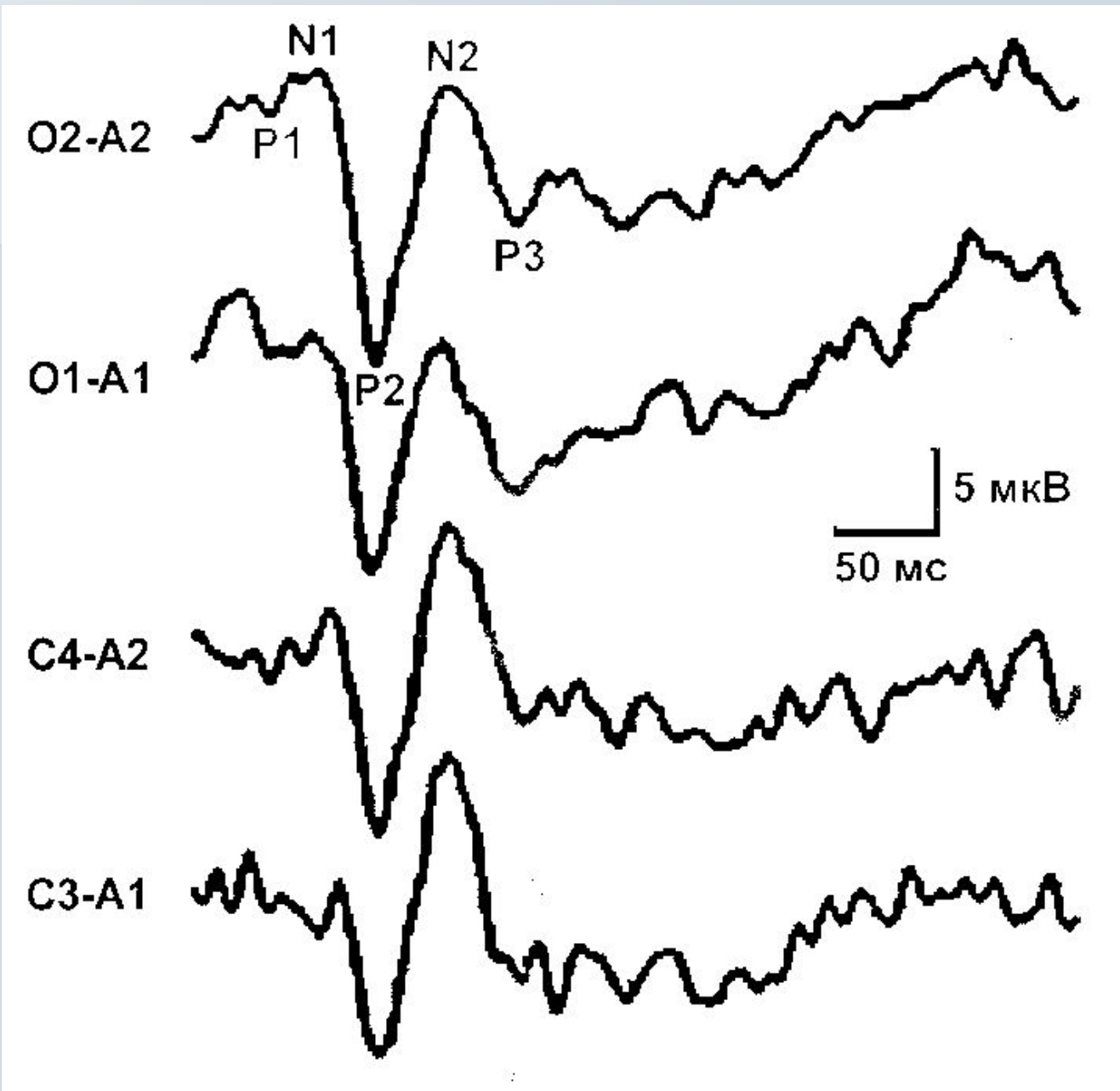


Рисунок 3. ЗВП на вспышку света, зарегистрированные в отведении Oz-Cz при стимуляции левого и правого глаза

- ВЗВП **отражают ответ колбочковой системы и зависят от цветности вспышки, темновой адаптации**. Влияет на форму ответа и **возраст пациента**.

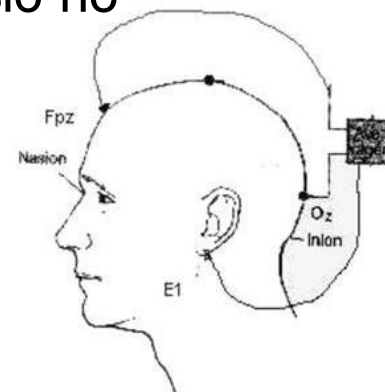


**ЗВП здорового человека в ответ на вспышку света при бинокулярной стимуляции.** Отведения монополярные от затылочных (O2 и O1) и центральных (C4 и C3) областей полушарий, четные отведения - от правого полушария, нечетные - от левого. Компоненты ЗВП: P1, N1, P2, N2, P3.



## 2. Зрительные вызванные потенциалы на реверсивный шахматный паттерн

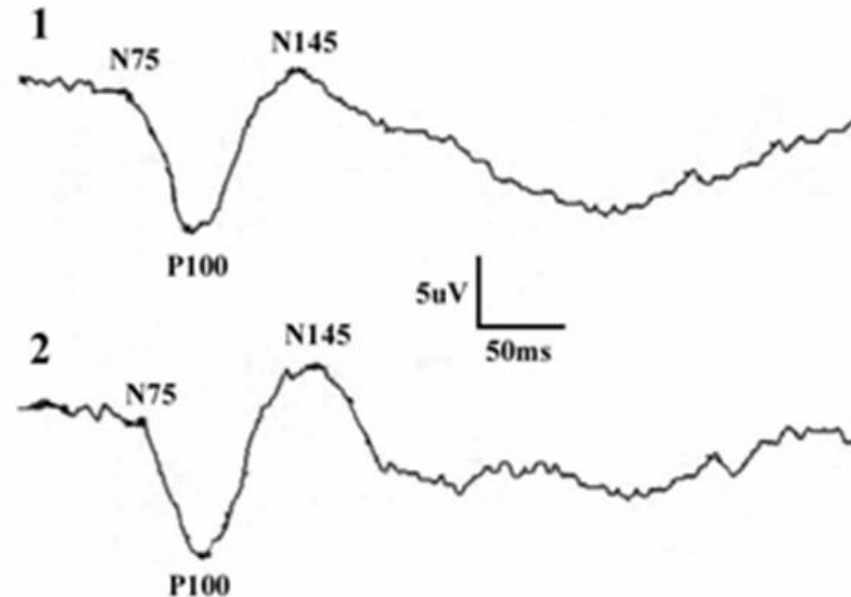
- Экран располагают на расстоянии 1,5-2 м от пациента.
- Исследование следует проводить в затемнённой комнате, яркость должна составлять 70-80% максимальной.
- Частота обращений шахматного паттерна - 1-2 Гц. Засвет производят монокулярно полным полем 10-200 с фиксацией взгляда в центре экрана. Контрастность чёрных и белых клеток должен быть более 50%.
- Для получения максимально ясного ответа необходимо отчётливое восприятие центральной точки, поэтому если больной носит очки, то ему следует надеть их перед обследованием. Большие ячейки менее чувствительны к снижению остроты зрения, так как в большей степени стимулируют периферическое зрение. Маленькие ячейки, напротив, стимулируют центральное зрение и поэтому ответы чувствительны к снижению остроты зрения.
- Активные электроды размещают над затылочной областью по международной схеме «10-20». Референтный электрод располагают в лобной области, заземляющий - на мочке уха.
- Частотный диапазон составляет 0,5-100 Гц, эпоха анализа - 500 мс, количество усреднений 100-200.



## Основные компоненты ПЗВП:

- **N75** - результат стимуляции желтого пятна, потенциал ближнего поля (17 поле по Бродману), генерируется первичной проекционной зрительной зоной коры.
- **P100** - (наиболее чётко воспроизводимый компонент ответа) генерируется в коре стриатума (17-18 поле) (амплитуда  $\sim 10$  мкВ),
- **N145** - предполагают, что этот компонент генерируется ассоциативной областью зрительного анализатора (18-19 поле).
- **P200** - предполагают, что он генерируется неспецифическими системами таламуса и стволовыми структурами мозга.
- **альфа-послеразряд** в виде синусоиды - ритмические колебания потенциала с частотой 8-12/с, обычно хорошо выраженный, если в ЭЭГ пациента регистрируется регулярный альфа-ритм.

- Числа обозначают приблизительную латентность (время появления после внешнего раздражения) данного пика.



# При анализе ЗВП оценивают:

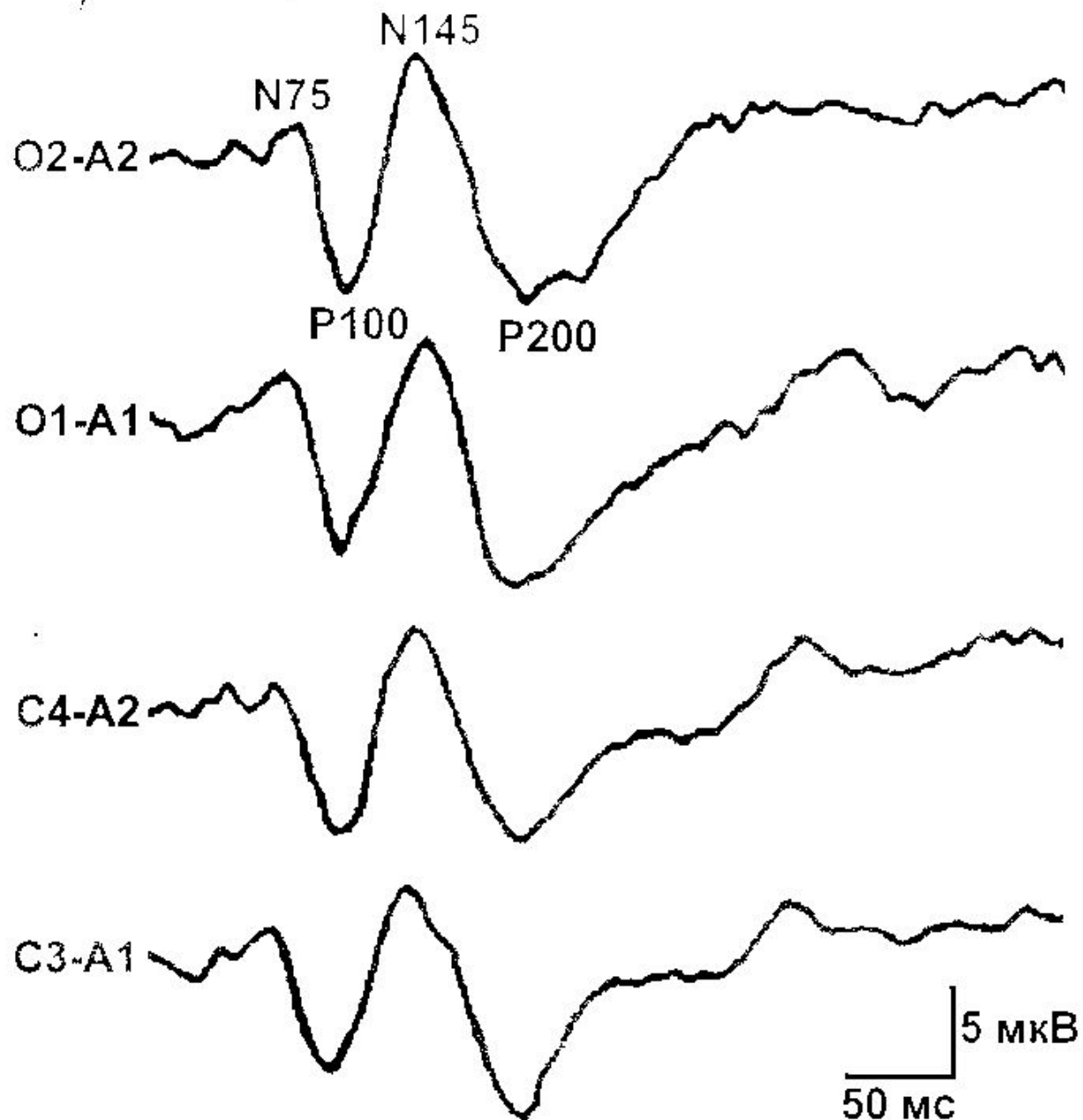
- Пиковые латентности компонентов N75 и P100 во всех отведениях.
- Амплитуда компонента P100 относительно пиков N75 и N145.
- Межокулярная разница латентностей при стимуляции правого и левого глаза.
- Межокулярные амплитудные соотношения при стимуляции правого и левого глаза.
- Межполушарная асимметрия амплитуд компонента P100.

- ПЗВП более стабильно воспроизводятся и имеют более чёткую форму, чем ВЗВП.
- Амплитудно-временные показатели ПЗВП зависят от многих факторов:
  - размещения электродов,
  - способность фиксировать взгляд,
  - контрастности,
  - яркости изображения (к увеличению латентности P100 приводит ухудшение контраста и яркости),
  - размера ячеек,
  - возраста (с увеличением возраста латентность P100 возрастает),
  - пола (у женщин латентность P100 несколько ниже).

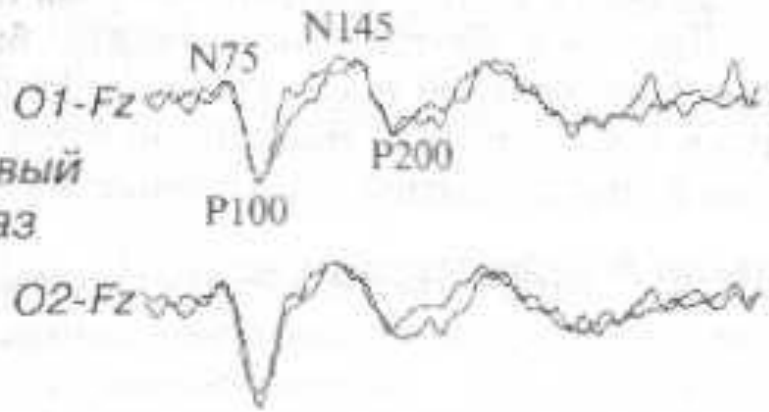
**ЗВП здорового человека на реверсивный шахматный паттерн при стимуляции правого глаза.**

Отведения монополярные от затылочных (O2 и O1) и центральных (C4 и C3) областей полушарий.

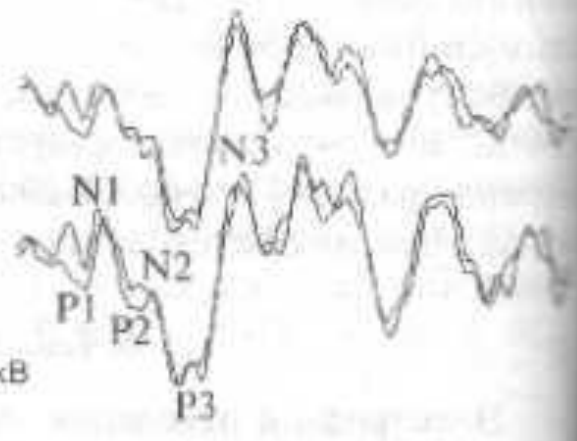
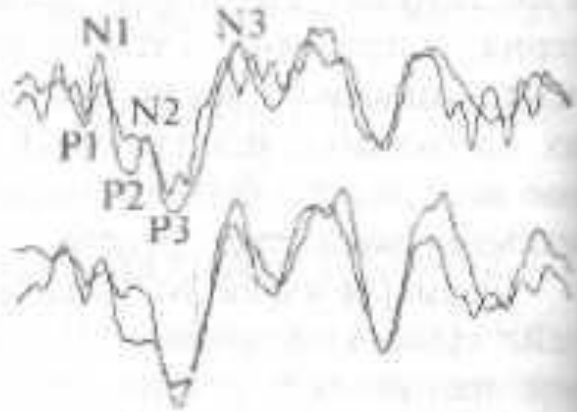
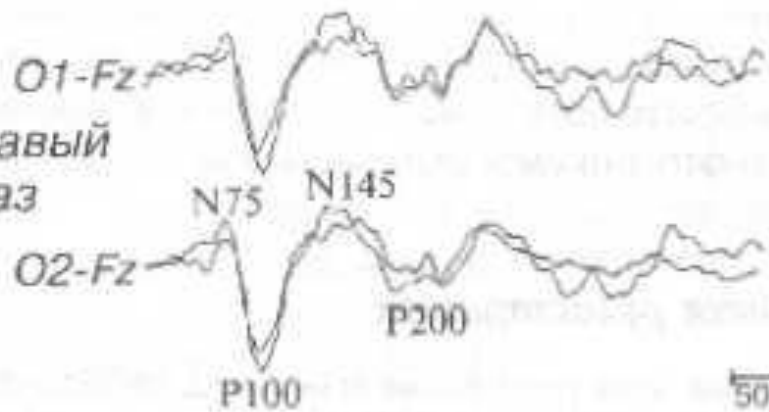
Компоненты ЗВП: N75, P100, N145, P200.



левый  
глаз



правый  
глаз



5 мкВ  
50 мс

	шахматный паттерн			вспышка						
Латентность, мс		N75	P100	N145	P1	N1	P2	N2	P3	N3
	S	64	91	159	56	67	86	105	124	177
	D	64	91	156	53	67	93	108	129	177
Амплитуда, мкВ		N75 P100	P100 N145	P1 N1	N1 P2	P2 N2	N2 P3	P3 N3		
	S	11,77	14,32	9,315	13,80	4,115	7,45	12,76		
	D	13,33	15,52	7,55	9,475	1,875	10,89	22,60		

# Показания к проведению ЗВП

- Демиелинизирующие заболевания (в частности, рассеянный склероз)
- Ретробульбарный неврит
- Врожденные аномалии зрения у детей
- Невропатия зрительного нерва
- Для оценки уровня функционального поражения зрительных нервов
- Дифференциальная диагностика заболеваний, связанных с физическим поражением оптического аппарата или с поражением нервного волокна
- Опухоли головного мозга и сосудистые мальформации со сдавлением зрительного нерва или зрительного тракта
- Атрофия зрительного нерва
- Снижение зрения или слепота неясной этиологии
- В рамках комплексной диагностики при опухолях мозга, невритах, нейроинфекциях
- Наличие нехарактерных для конкретного заболевания жалоб на работу органов зрения



Метод ЗВП, как и другие  
нейрофизиологические методы, не  
обладает нозологической  
специфичностью.

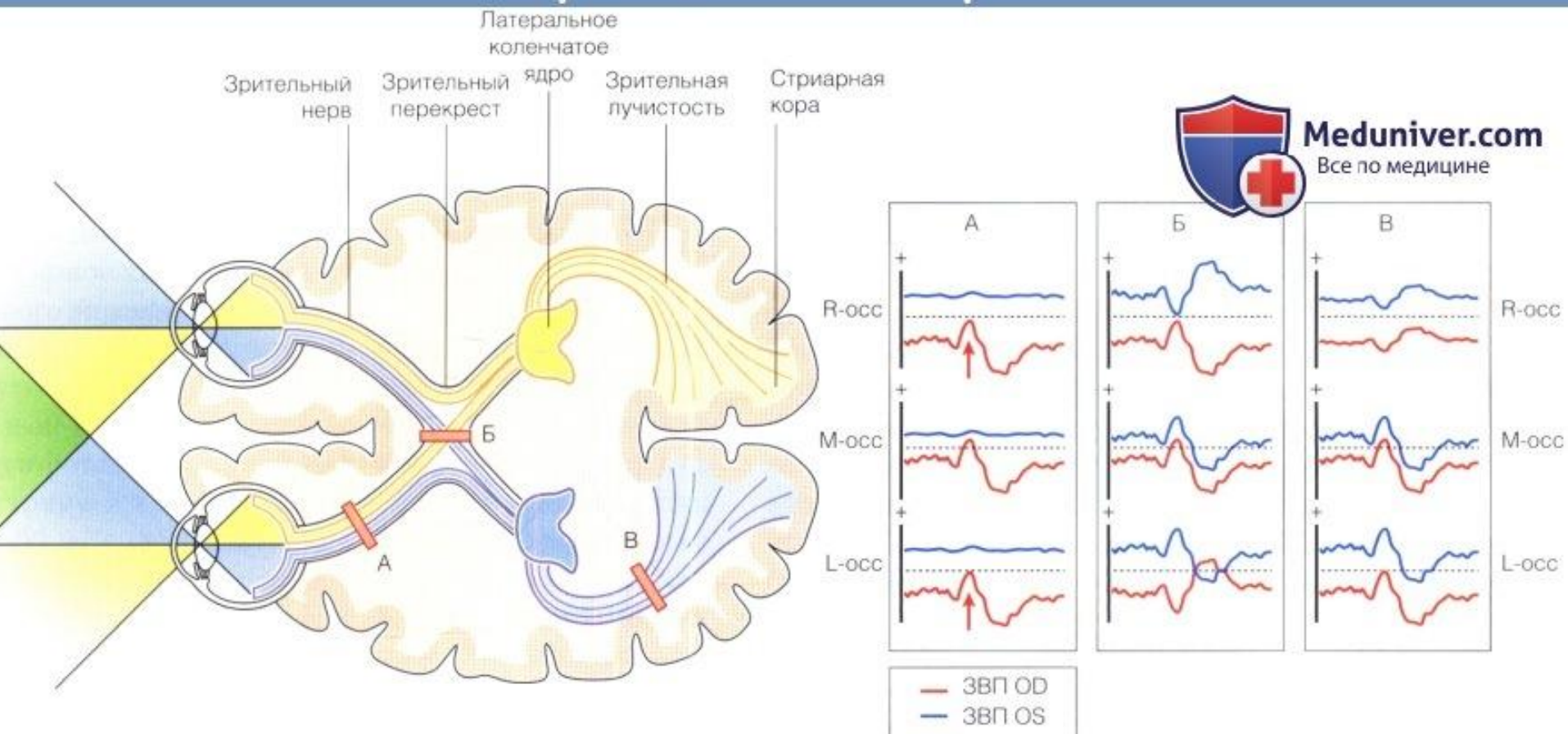
# Противопоказания к проведению ЗВП

Специфических противопоказаний **не существует!**

Проведение мониторинга ЗВП ограничено техническими возможностями, наличием оборудования и квалифицированного персонала.

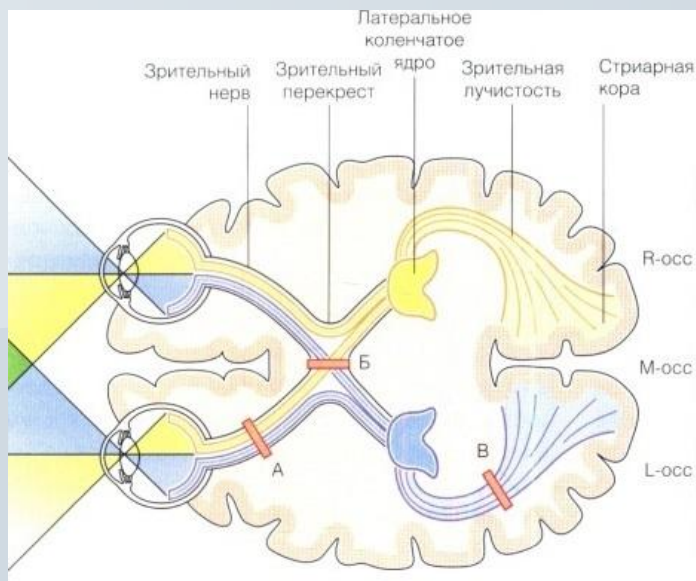
# Топическая диагностика зрительной патологии

## Схема проекции полей зрения

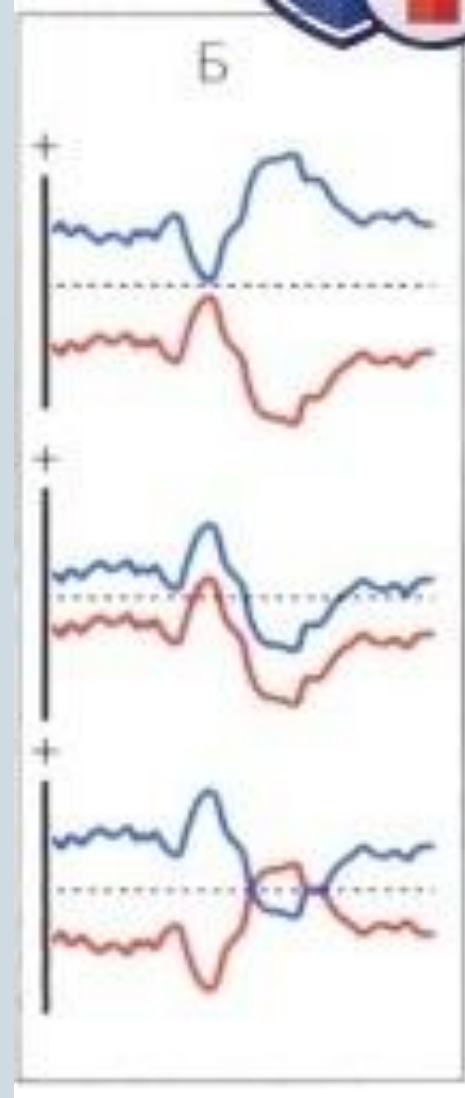




## Хиазмальное поражение



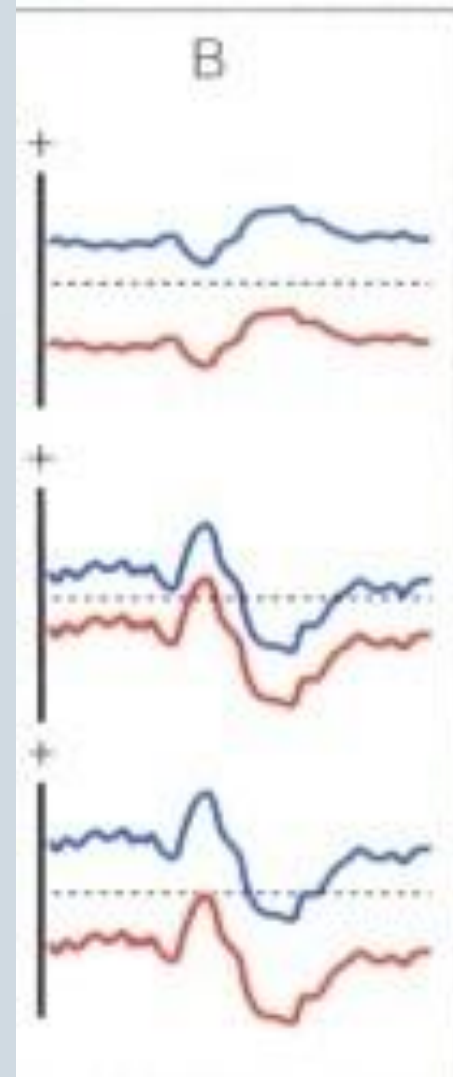
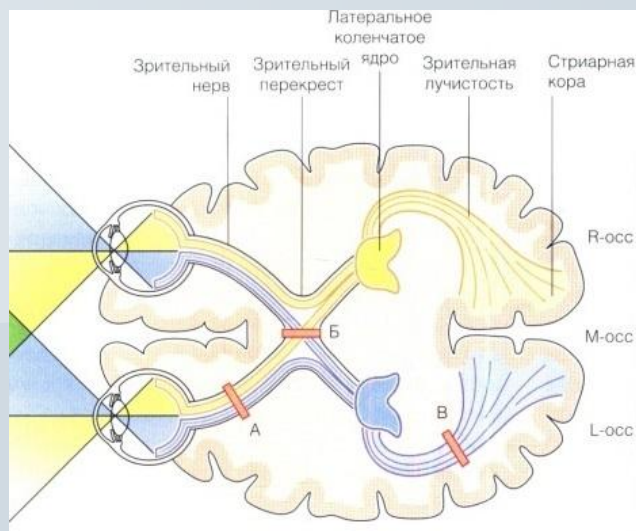
**Хиазмальные поражения характеризуется асимметрией ЗВП перекрещенного характера, выражающейся в значительных изменениях биопотенциалов в мозге на противоположной стороне от глаза, обладающего сниженными зрительными функциями.**



■ В столбце Б показана перекрестная асимметрия, трансокципитальное распределение сигнала при стимуляции одного глаза является зеркальным отражением сигнала, регистрируемого при стимуляции парного глаза, т.е. ЗВП OD негативны (отклоняются книзу) на левом затылочном канале, тогда как ЗВП OS негативны на правом затылочном канале. Это указывает на патологию хиазмы.



# Ретрохиазмальное поражение

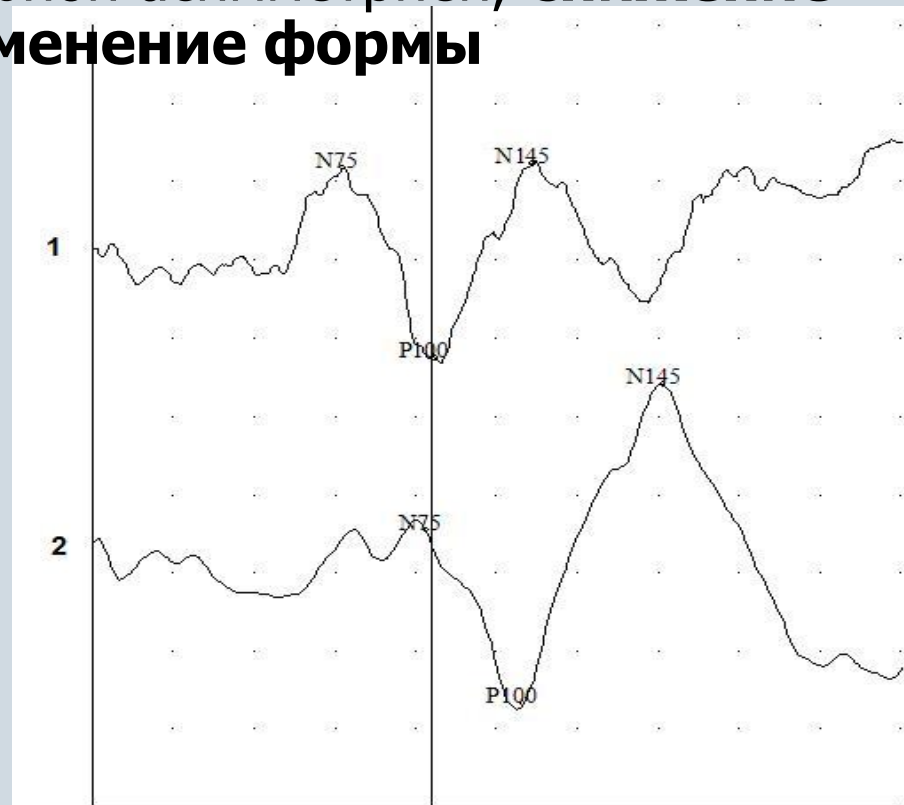


**На ретрохиазмальном уровне дефектов зрительных путей (пучок Грациоле, зрительный тракт, зрительная область коры мозга головы) наблюдается дисфункция одностороннего характера, проявляющаяся в виде неперекрещенной асимметрии, которая выражается в патологических ЗВП, имеющих одинаковые показатели при стимулировании каждого глаза.**

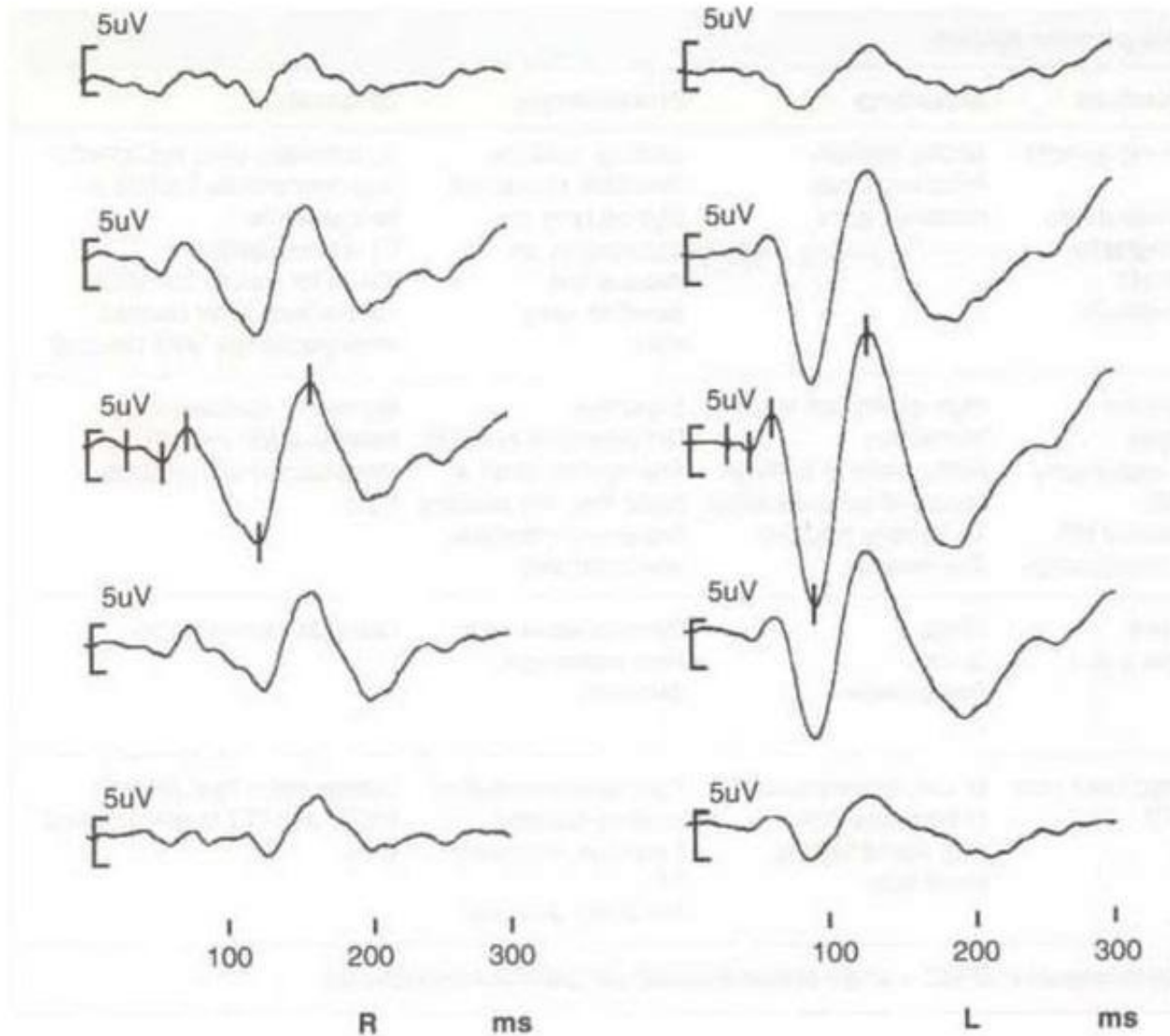
- В столбце В показано одинаковое для обоих глаз гомонимное распределение сигнала, который ослаблен на правом затылочном канале. Такое гомонимное распределение или неперекрестная асимметрия указывает на патологию полушария. Из-за парадоксальной латерализации такое распределение ЗВП при стимуляции вспышкой или реверсивным паттерном означает правостороннюю гомонимную гемианопсию.

# ЗВП при рассеянном склерозе

- Патологические изменения амплитудно-временных параметров ЗВП выявляют у половины больных рассеянным склерозом, иногда даже в отсутствие каких-либо клинических признаков поражения зрительной системы.
- Типичные изменения ПЗВП включают **удлинение латентности P100** с межочулярной асимметрией, **снижение амплитуды компонентов, изменение формы ответа.**
- В случаях с выраженными зрительными нарушениями наблюдается исчезновение ранних компонентов и преобразование ЗВП в низкоамплитудную недифференцированную волну.



# Зрительные вызванные потенциалы (ЗВП) при РС. Запись показывает замедление проведения импульса справа





# ЗВП при ОНМК

- При исследовании ВЗВП обнаруживают **снижение амплитуды компонентов и увеличение их латентностей** на поражённой стороне (по сравнению с показателями интактного полушария).
- ПЗВП могут изменяться у больных с транзиторными ишемическими атаками: проявлением патологического процесса служит разница амплитуд на здоровой и поражённой стороне.
- При локализации инсульта в затылочных долях происходит **выпадение ПЗВП на стороне поражения.**

# ЗВП при эпилепсии

- **Преобразованию формы ЗВП в феномен, схожий с комплексом острая-медленная волна.** *Проведение импульсов по системам, заторможенным в нормальном состоянии, может объяснить изменение формы ЗВП, феномены слияния нескольких компонентов в более высокоамплитудные и продолжительные комплексы, в том числе в форме спайка-медленной волны.*
- **увеличение латентных периодов;**
- **увеличение амплитуды компонентов ЗВП и послеразряда.** *Наращение амплитуды ЗВП при эпилепсии можно объяснить как проявление общей тенденции к гиперсинхронизации нейрональной активности нейронов и облегчению проведения по системам афферентации.*

## ЗВП при эпилепсии (2)

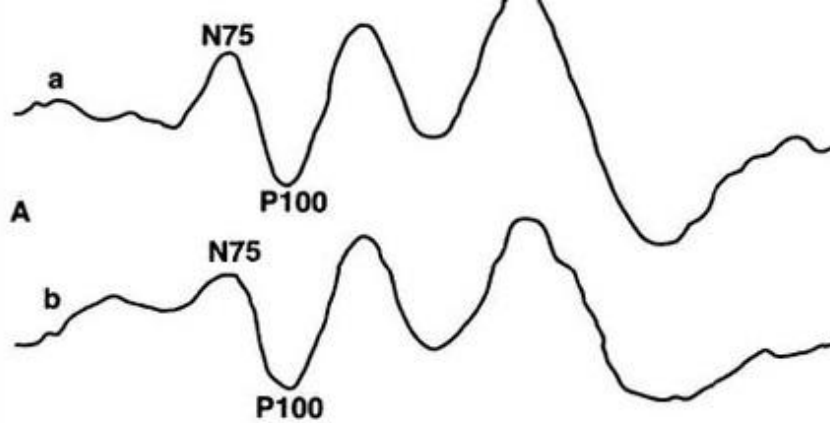
- У пациентов с тяжёлым течением эпилепсии и частыми приступами выявлено **снижение амплитуды компонентов ЗВП и увеличение их латентных периодов**, что, вероятно, связано с применением достаточно высоких доз противоэпилептических препаратов; а с другой стороны, этот факт может служить прогностическим фактором неблагоприятного течения эпилепсии.

# ЗВП при эпилепсии (3)

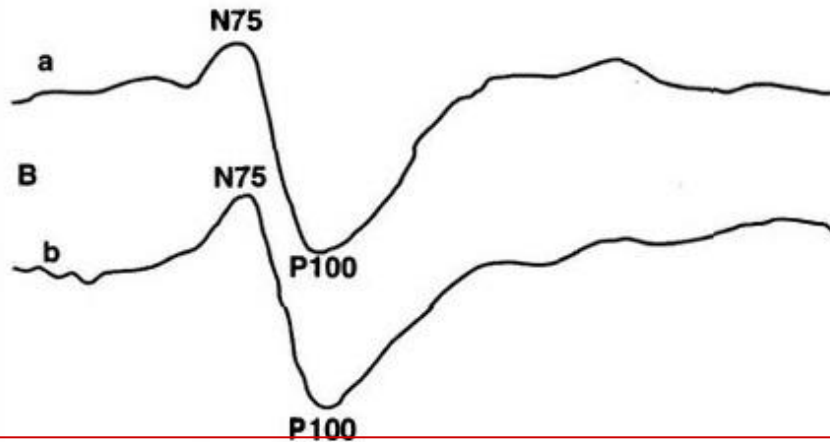
ЗВП могут существенно **облегчить дифференциальную диагностику** различных типов эпилептических приступов [Зенков Л.Р., 2004].

- При генерализованных эпилептических приступах не обнаруживают значимой амплитудно-временной асимметрии компонентов ответа (во всех отведениях прослеживается увеличение амплитуды всех компонентов по сравнению с нормой).
- В случае парциальных эпилептических приступов также возможно увеличение амплитуды компонентов, но эти патологические изменения более выражены на стороне эпилептического очага.

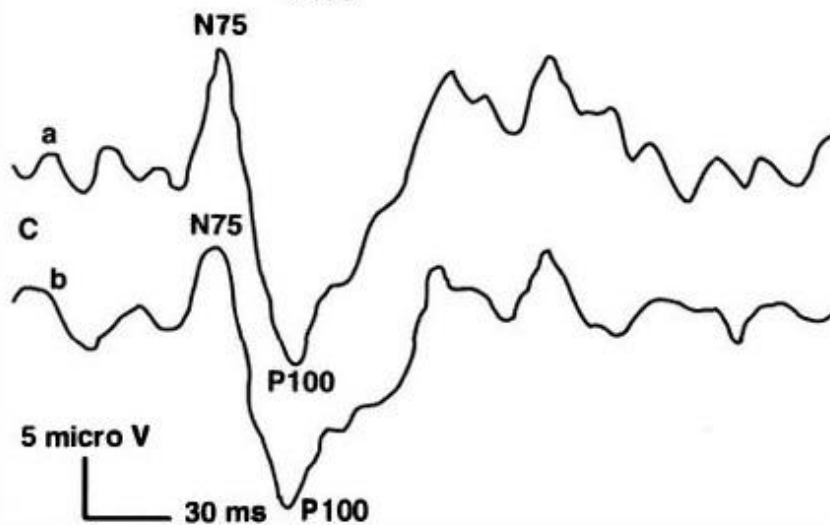
*Наиболее выраженное повышение амплитуды компонентов ЗВП и ритмический послеразряд регистрируют у пациентов с фотосенситивными формами эпилепсии.*



**Норма**



**Эпилепсия без лечения**



**Фотосенситивная эпилепсия**

**Рис. 7-4.** ЗВП: А — норма; В — пациент с эпилепсией (не получающий антиконвульсанты); С — пациент с фотосенситивной формой эпилепсии.

# ЗВП при ЧМТ

- При сотрясении головного мозга регистрируют **увеличение амплитуды поздних компонентов ответа.**
- Особенно важную информацию о степени повреждения и динамике восстановления функций на фоне лечения позволяют получить ЗВП при травматическом поражении зрительного нерва.

# ЗВП при амблиопии и амаврозе.

- При **амблиопии** наблюдается понижение амплитуды потенциалов, латентность увеличивается, отдельные элементы ЗВП выпадают.
- При **полной слепоте** ЗВП отсутствуют.
- Это имеет значение для дифференциальной диагностики органической и функциональной слепоты: при **истерической слепоте или имитации слепоты** ЗВП не отличаются от нормы.

Зрительные вызванные потенциалы на обрацаемый паттерн и параметры фиксации...

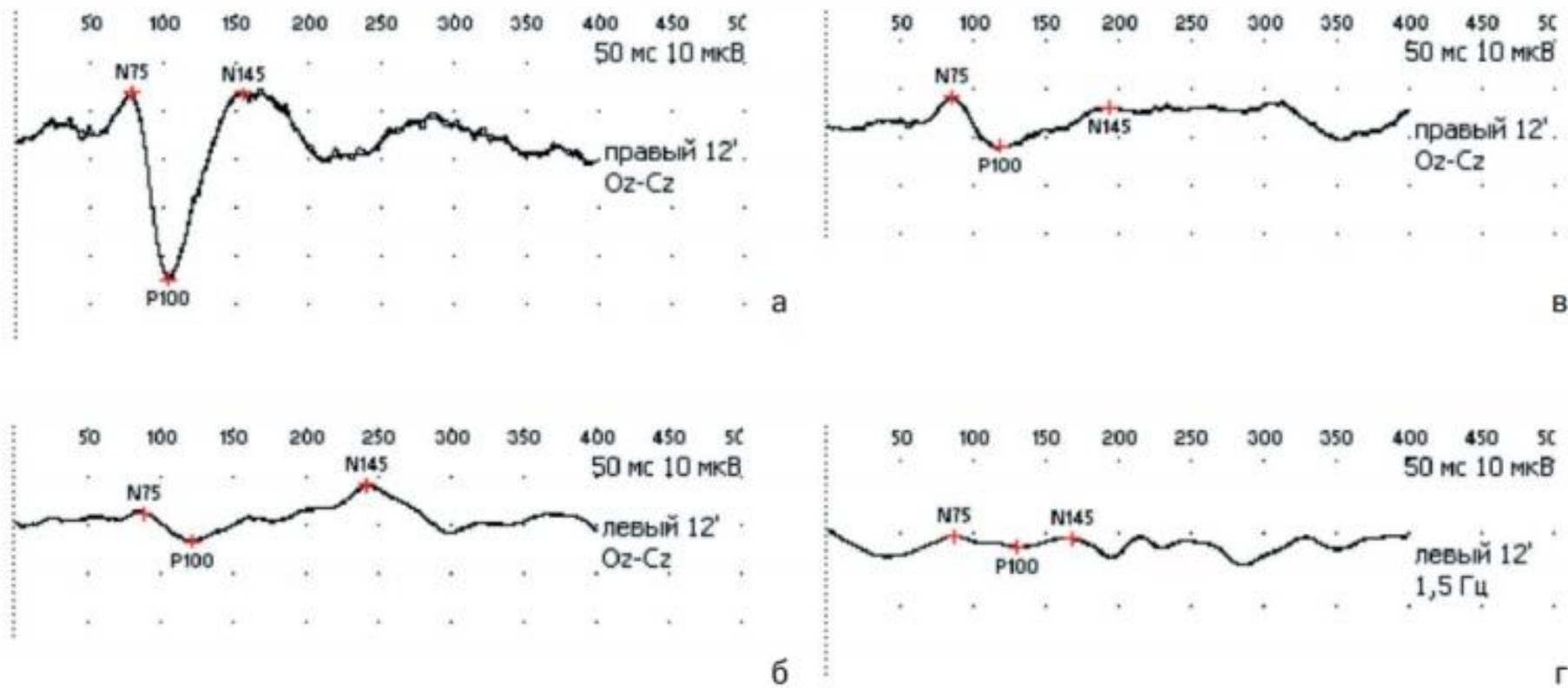


Рис. 1. Примеры зрительных вызванных потенциалов в норме (а) и рефракционной амблиопии высокой степени (б, в, г)

Примеры ЗВП в норме (а) и рефракционной амблиопии высокой степени (б, в, г)



# Список использованной литературы

- Неврология. Национальное руководство. Краткое издание / под ред. Е.И.Гусева, А.Н.Коновалова, А.Б.Гехт – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009 г.– 688 с.
- Болезни нервной системы: Руководство для врачей: в 2-х т. — Т. 1 / Под ред. Н. Н. Яхно, Д. Р. Штульмана. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Медицина, 2007 г.

**Спасибо за внимание!**

