

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРЯМОЙ И СОДРУЖЕСТВЕННОЙ РЕАКЦИЙ ЗРАЧКОВ НА ДЕЙСТВИЕ СВЕТА

Липницкая А.В., Прохоцкая В.А.

*Белорусский государственный медицинский университет,
Кафедра нормальной физиологии, г. Минск*

Ключевые слова: прямая, содружественная зрачковые реакции

Резюме: *в данной работе приведены результаты сравнительного анализа показателей прямой и содружественной реакций зрачков на действие светового раздражителя. Рассчитаны продолжительности латентного периода и реакции сужения, амплитуда сужения и продолжительность восстановления размера зрачка для прямой и содружественной реакций.*

Resume: *This work presents the results of comparative analysis the direct and near reactions of pupils to the action of the light. We calculated duration of the latent period and reaction of restriction, the amplitude of reaction and duration of recovery for direct and near reactions.*

Актуальность. Зрачок и его реакции привлекали внимание многих исследователей ещё в далёком прошлом. Так, например, Гален во II веке нашей эры использовал зрачковые реакции для диагностики односторонней слепоты. В настоящее время используются самые различные методы оценки состояния зрачков и их реакций на действие света, такие как визуальная оценка, а также современные методы с исполь-

зованием электронных и фотографирующих устройств. Однако на практике размеры зрачков и их ответные реакции оцениваются, как правило, визуально.

Существует ряд характеристик состояния зрачков важных для клинической практики, они обладают достаточным постоянством в норме, поэтому их изменения при патологии могут иметь диагностическое значение.

К таким характеристикам относятся:

1. Форма (в норме зрачок круглый, при патологических состояниях может быть овальным, фестончатым, эксцентрично расположенным).

2. Размеры (в норме 3 мм, при патологии - миоз, мидриаз). У здоровых людей размеры зрачков зависят от возраста, психоэмоциональных факторов (страх, ярость и др.), уровня внимания, степени утомления.

3. Неравенство размеров обоих зрачков (анизокория). Может быть вызвано односторонним поражением сетчатки, зрительного нерва, III пары черепных нервов и других структур центральной нервной системы [2].

4. Спонтанные колебания диаметра зрачков (флуктуации, гиппус). Флуктуации наблюдаются в норме, они вызваны постоянными противоположными влияниями на размер зрачка парасимпатической и симпатической нервной системы. Гиппус (патологическое усиление колебаний диаметра зрачка) может наблюдаться у больных менингитом, церебральными кровоизлияниями, опухолями, эпилепсией, параличами глазодвигательного аппарата.

5. Прямая и содружественная реакции зрачков на действие светового раздражителя. Если реакции есть, то необходимо оценить их симметричность, если нет, то определяется с одной или с двух сторон отсутствует реакция, и на основании этого делаются выводы о локализации поражения. В зависимости от наличия/отсутствия прямой и/или содружественной реакций выделяют 3 типа неподвижности зрачка:

- Амаврогическая неподвижность, при которой отсутствуют прямая реакция на свет и содружественная реакция зрачка с больного на здоровый глаз, но сохраняется содружественная реакция со здорового на больной (при поражении сетчатки и зрительного нерва).

- Паралитическая неподвижность, при которой отсутствует прямая реакция на свет и содружественная со здорового глаза на больной, но сохраняется содружественная реакция с больного глаза на здоровый (при поражении эфферентной части зрачкового рефлекса – глазодвигательного центра, цилиарного узла, сфинктера зрачка).

- Рефлекторная неподвижность – отсутствует прямая и содружественная реакция зрачка на свет, но сохраняется реакция на конвергенцию и аккомодацию (при ядерном поражении глазодвигательного центра при интоксикациях, отравлениях, диабете, опухолях четверохолмия и других патологиях).

Для количественной оценки зрачковых реакций используются следующие показатели:

✓ Латентный период - отражает проведение визуальных сигналов по проводящим путям, поэтому зависит, главным образом, от скорости синаптической передачи. Нервный импульс следует по аксонам особых фоточувствительных ганглиозных клеток сетчатки в составе зрительного нерва к претектальной зоне, которая расположена впереди передних бугров четверохолмия. Микроэлектродная техника позволила установить в зрительном нерве 3 типа волокон, которые соответствуют определённым рецептивным полям ганглиозных клеток. Первые задействуются при включении света (on-волокна), вторые – при выключении света (off-волокна), третьи – (on-off-волокна) [5]. В претектальной зоне расположено тело вставочного нейрона, волокна которого направляются к ядру Эдингера-Вестфаля-Якубовича одноименной и противоположной сторон, а от них по постганглионарным волокнам парасимпатической нервной системы к гладким миоцитам *m. sphincter pupillae* радужки, обеспечивающей сужение зрачка. Аfferентный путь для *m. dilatator pupillae* пока изучен недостаточно [6].

✓ Амплитуда реакции и продолжительность сужения зависят от силы сокращения *m. sphincter pupillae*, которая в свою очередь определяется количеством ацетилхолина, высвобождающегося из окончаний постганглионарных нейронов. Количество высвобождающегося ацетилхолина зависит от активности преганглионарных и ганглионарных нейронов парасимпатической нервной системы и, в конечном итоге, от яркости засветки.

✓ Продолжительность восстановления размеров зрачков после воздействия света рассчитывается от момента достижения максимального сужения до полного восстановления исходных размеров. Восстановление идёт значительно медленнее, чем сужение, и, по данным некоторых авторов, заканчивается только через 3 минуты после выключения светового воздействия. Расширение обеспечивается за счёт расслабления гладких миоцитов *m. sphincter pupillae*, которое достигается путём восстановления исходного тонуса парасимпатической нервной системы после прекращения поступления аfferентных нервных импульсов от ганглиозных клеток сетчатки.

Цель: исследовать параметры прямой и содружественной реакций зрачков на действие света.

Задачи:

1. Рассчитать продолжительность латентного периода, амплитуду сужения, продолжительность сужения и восстановления размеров зрачков для прямой и содружественной реакций.

2. Провести сравнительный анализ параметров прямой и содружественной реакций зрачка.

Материалы и методы

Исследование проведено на 30 добровольцах (60 глаз), в возрасте 18-20 лет с использованием сконструированного на кафедре нормальной физиологии устройства для видеозаписи реакций зрачков на световые вспышки светодиодов. Запись реакций проводилась видеокамерой в условиях подсветки глаз инфракрасными светодиодами. Для регистрации содружественной реакции камера устанавливалась над одним глазом, а вспышка света подавалась на противоположный. Испытуемые находились до и во время записи зрачковых реакций в темноте для исключения влияния внешнего освещения на размеры зрачков. В эксперименте использовалась постоянная яркость и продолжительность светового воздействия на зрачок, с целью более точного измерения латентного периода, амплитуды и продолжительности сужения, которые могут изменяться в зависимости от яркости засветки и ее продолжительности. Для расчёта параметров прямой и содружественной реакций видеозапись разбивалась на отдельные кадры (программа UltraSplitter). С учётом калибровочных размеров зрачка и скорости видеозаписи (60 кадров в сек.) рассчитывались: латентный период, продолжительность сужения зрачка и восстановления его размеров, а также диаметр до и после светового воздействия. Статистический анализ проводился с использованием программы Microsoft Office Excel.

Результаты и обсуждение

Результаты измерений параметров зрачковых реакций испытуемых:

- Исходные диаметры зрачков испытуемых варьируют в широких пределах (для прямой реакции $6,58 \pm 1$ мм, для содружественной реакции $6,46 \pm 1$ мм). Количество глаз с размером зрачка ± 1 сигма от среднего исходного значения составляет 25-30%/. При этом не выявлено испытуемых с неравенством зрачков обоих глаз (анизокорией).
- Продолжительность латентного периода составила: прямая реакция $0,1586 \pm 0,04$ сек, содружественная $0,1568 \pm 0,037$ сек. Отсутствие различий в продолжительности латентных периодов прямой и содружественной реакций можно объяснить либо одинаковым количеством синапсов, участвующих в передаче нервного импульса, либо незначительной синаптической задержкой.
- Амплитуда сужения зрачка при прямой реакции составила $1,6 \pm 0,24$ мм, при содружественной $-1,51 \pm 0,26$ мм. Сравнение амплитуд сужения зрачков при прямой и содружественной реакциях не показало достоверных отличий. Для прямой амплитуда сужения составила 24,3% от исходного диаметра, а для содружественной - 23,4%.
- Продолжительности сужения были при прямой реакции $0,32 \pm 0,066$ сек, при содружественной - $0,3 \pm 0,072$ сек) и для обеих реакций практически совпадали.
- Выявлены достоверные отличия времени восстановления размеров зрачков к исходному диаметру при прямой и содружественной реакциях. Для прямой реакции это время составило $4,497 \pm 1,56$ сек, для содружественной - $3,52 \pm 1,81$ сек ($p=0,05$). Для обеих реакций продолжительность восстановления размеров зрачка была значимо большей, чем продолжительность сужения.

При анализе зависимости амплитуды сужения зрачка от его исходного диаметра оказалось, что величина сужения зависит от исходных размеров зрачка. Обнаружена также зависимость продолжительности восстановления от амплитуды сужения для прямой и содружественной реакций. Выявленные зависимости отражены на графиках, приведенных на рис. 2.

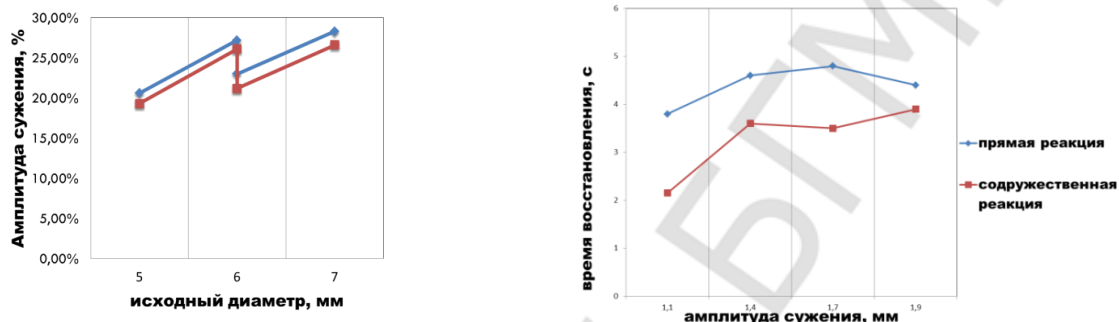


Рис.2 - Зависимость амплитуды сужения от исходного диаметра зрачка (слева) и длительности восстановления от амплитуды сужения (справа)

Из приведенных графиков видно, что амплитуда сужения зависит от исходного диаметра зрачка, а продолжительность восстановления от амплитуды сужения.

Выводы:

1. Результаты измерений показателей зрачковых реакций на свет у испытуемых возрастной группы 18-20 лет приблизительно соответствуют значениям известным из литературы для прямой реакции: ($\Delta t_{пл} = 0,25 \pm 0,03$; $A_{суж} = 1,53 \pm 0,34$; $\Delta t_{суж} = 0,33 \pm 0,2$). Имеющиеся небольшие различия могут объясняться различиями яркости и продолжительности источника света, использованных при исследовании.

2. Полученные данные по продолжительностям латентного периода и реакции сужения, амплитуде сужения и продолжительности восстановления могут быть использованы для характеристики нормальных различий зрачковых реакций у лиц молодого возраста. Однако, из-за того, что количество глаз с размером зрачка ± 1 сигма от среднего исходного значения составляет 25-30%, то для установления более точных нормативных данных об исходных (до реакции) значений диаметра зрачков в темноте и более корректного использования этих данных в качестве нормативных, необходимо измерение размеров зрачков у большего количества испытуемых.

3. Поскольку латентный период, амплитуда и продолжительность сужения зависят от яркости засветки, то исследование зрачковых реакций на действие света необходимо проводить в контролируемых стандартных условиях.

Литература

1. Современная офтальмология / Под ред. В. Ф. Даниличева. – СПб: Издательство «Питер», 2000. – С. 79-88.
2. Справочник: Болезни. Синдромы. Симптомы / В. И. Бородулин, М. Н. Ланцман. – М.: ООО «Издательство «Оникс»: «Издательство «Мир и Образование», 2006. – С. 72-73.
3. Строение зрительной системы человека / В. В. Вит. – Астропринт, 2003. – С. 524-536.

4. Gronow T., Grzyska U., Zangemeister H. W. Pupillary responses to single and sinusoidal light stimuli in diabetic patients / Gronow T., Grzyska U., Zangemeister H. W. // Neurology International – Germany, 2009. – P.65-71.
5. Пупиллография / А. Р. Шахнович – Акад. Мед. Наук СССР. – М.: Медицина, 1964. – С. 200-240.
6. Терапевтическая офтальмология / М. Л. Краснов, Н. Б. Шульпина. – М.: Медицина, 1985. – С. 374-375.