

**АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ РАЗМЕРА ЗРАЧКА ПРИ ПАССИВНОМ
ИЗМЕНЕНИИ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛА В ПРОСТРАНСТВЕ В ОЦЕНКЕ
ТОНУСА ЦЕНТРОВ АВТОНОМНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

Жерко И.Ю., Трошин Е.Д., Александров Д.А.

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

Ключевые слова: вегетативный тонус, размер зрачка, ортостатическая проба, клиностагическая проба.

Резюме. В статье приведены результаты исследования динамики изменения размера зрачка при орто- и клиностагической пробах у испытуемых с нормальным вегетативным тонусом, повышенным симпатическим и парасимпатическим тонусом. Показано, что размер зрачка, в отличие от сердечного ритма, находится под преимущественным влиянием симпатического отдела автономной нервной системы.

Resume. This article presents the results of the research of pupil size dynamics during ortho- and klinostatic samples in subjects with normal autonomic tone, increased sympathetic and parasympathetic tone. It is shown that the pupil size, unlike heart rate is under the predominant influence of the sympathetic part of ANS at midbrain.

Актуальность. В настоящее время одним из наиболее распространенных методов оценки тонуса автономной нервной системы является анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) по данным кардиоинтервалограммы. Однако рядом исследователей высказываются определенные сомнения в отношении адекватности оценки всех уровней регуляции автономного тонуса на основании исследования регуляции сердечного ритма, так как сердечный ритм контролируется не всей АНС и находится под влиянием многих других воздействий, включая минеральные ионы и гормоны (катехоламины, тиреоидные гормоны).

В последние годы появились предварительные сообщения об использовании вариабельности размеров зрачка (РЗ) в качестве маркера активности АНС, а также о существовании определенных различий в характере реакции зрачка и сердечного ритма на раздражение рефлексогенных зон [5]. Известно, что в регуляции размера зрачка и частоты сокращений сердца имеется некоторая общность нервных механизмов. Так, преганглионарные нейроны симпатической нервной системы, контролирующие размер зрачка, располагаются в боковых рогах спинного мозга на уровне T_1 , т.е. там же, где расположена часть преганглионарных нейронов симпатической нервной системы, контролирующей различные параметры сокращения сердца. Различия наблюдаются в парасимпатической иннервации гладких мышц глаза и сердечной мышцы. Парасимпатические нервные волокна, иннервирующие *m. sphincter pupillae*, являются отростками нейронов ресничного ганглия, получающих иннервацию от парасимпатических преганглионарных нейронов ядра Эдингера-Вестфала среднего мозга. Парасимпатические

преганглионарные нейроны, контролирующие деятельность сердца, располагаются в дорсальном (заднем) ядре блуждающего нерва продолговатого мозга [4, с.30-33].

Также было установлено, что в условиях локального температурного воздействия сдвиги показателей variability размеров зрачка и сердечного ритма указывают на противоположную направленность изменений тонуса центров автономной нервной системы, расположенных на различных уровнях центральной нервной системы [1, с. 59].

Таким образом, анализ variability размера зрачка позволяет включить в анализ состояние структур среднего мозга и расширить возможности оценки состояния тонуса АНС.

Цель: установить характер реакции зрачка при пассивном динамическом изменении положения тела в пространстве в скотопических условиях у испытуемых с различным базальным тонусом АНС.

Задачи:

1. Разработать методику эксперимента.
2. Провести эксперимент.
3. Обработать полученные данные и описать результаты.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 20 человек, из них 5 юношей, 15 девушек в возрасте от 18 до 20 лет.

Для исследования вегетативного тонуса проводилось анкетирование с использованием опросника, предложенного Вейном и соавторами [2, с. 54], рассчитывался вегетативный индекс Кердо. Вегетативная реактивность исследовалась с помощью оценки глазосердечного рефлекса (Данини-Ашнера). Оценка вегетативного обеспечения деятельности проводилась с помощью орто- и клиностатической пробы. В результате было выделено 3 группы испытуемых: группа 1 «Нормотоники», группа 2 «Симпатотоники», группа 3 «Ваготоники».

Динамика размера зрачка (PЗ) оценивалась по результатам видеозаписи в условиях минимальной освещенности с кадровой частотой 30 и 60 кадров в секунду с использованием высокоскоростных веб-камер. Запись производилась на 1, 3, 6, 9, 11 минуте и с такими же интервалами после пассивного перехода из положения стоя в положение лёжа (осуществлялось с использованием поворотного стола). Размер зрачка в пикселях переводился в размер в миллиметрах. Было получено и исследовано более 200 видеозаписей. Обработка видео проводилась с использованием программного обеспечения, разработанного И.В. Гурским под руководством А.И. Кубарко на кафедре нормальной физиологии БГМУ.

Статистический анализ данных производился с использованием методов описательной статистики в пакете прикладных программ Statistica 7.0

Результаты и их обсуждение.

Исходя из нескольких критериев качества получаемого изображения, времени, затрачиваемого на обработку видеозаписи, и объема занимаемого дискового пространства, точности получаемых данных было установлено, что оптимальной кадровой частотой съемки является частота 30 кадров/с.

На каждом из полученных кадров был определен размер зрачка. Характер связи изменения размера большой полуоси зрачка правого и левого глаза определялся методом ранговой корреляции Спирмена. В результате была выявлена сильная положительная связь (коэффициент корреляции составлял 0,97, $p < 0,05$). Такой результат легко объясняется с анатомической точки зрения: в каждое ядро Эдингера-Вестфала идут волокна из первичных зрительных центров как ипсилатеральной, так и контралатеральной стороны. Таким образом, у здоровых испытуемых о состоянии центров среднего мозга, участвующих в регуляции тонуса АНС можно судить по результатам исследования зрачка одного глаза.

Поскольку наиболее распространенным маркером активности АНС является вариабельность сердечного ритма и ЧСС прежде, чем анализировать данные об изменении размера зрачка при орто- и клиностатической пробах, мы обратились к данным по динамике изменения ЧСС при проведении данных проб у испытуемых с нормальным вегетативным тонусом [2, с. 79].

В соответствии с увеличением тонуса СНС ЧСС при ортостатической пробе быстро увеличивается, достигая максимума уже на 15-й секунде. С течением времени количество ударов в минуту стремится к исходной величине. При клиностатической пробе ЧСС резко уменьшается, а затем со схожей динамикой стремится к нормальному уровню.

Корреляционный анализ изменения размера зрачка и ЧСС выявил средний уровень корреляции (коэффициент корреляции 0,4, $p < 0,05$). Это говорит о наличии как общих механизмов регуляции их функций, так и на существование различий.

В отличие от ЧСС при ортостатической пробе РЗ увеличивался постепенно. Стабилизации РЗ на уровне исходного за 11-минутный период не происходит. За данный период времени не стабилизируется зрачок и при клиностатической пробе. Сразу после перехода в горизонтальное положение зрачок уменьшается (в среднем на 12,9%). Но уже на 9-й минуте происходит увеличение большой полуоси зрачка, чего не наблюдается в случае с ЧСС. Соответственно, мы можем предполагать увеличение влияния симпатических центров на зрачок с 9-й минуты.

При ортостатической пробе у испытуемых-симпатотоников динамика изменения РЗ в целом схожа с динамикой в норме, с тем лишь отличием, что максимальное значение достигается раньше. У испытуемых-ваготоников при переходе в вертикальное положение динамика изменения РЗ резко отличается от таковой в норме. Большая полуось зрачка сначала резко увеличивается, что отражает повышение тонуса СНС при ортостатической пробе, затем уменьшается в соответствии с исходно повышенным парасимпатическим тонусом.

При переводе испытуемых-симпатотоников в горизонтальное положение наблюдается уменьшение зрачка (в среднем на 11%). На 9-й минуте вместо постепенного увеличения РЗ (как это происходит в условиях нормотонии) наблюдается некоторое его уменьшение. Такая реакция легко объясняется с позиций так называемого “закона исходного уровня”: если исходный уровень резко изменен, то возмущающий агент может вызвать «парадоксальную», или антагонистическую,

реакцию. На 11-й минуте зрачок увеличивается и достигает размеров больших по сравнению с исходными (до перехода в горизонтальное положение). У испытуемых-ваготоников при клиностатической пробе размер зрачка уменьшается значительно (в среднем на 14%), чем у испытуемых-симпатотоников. Но, как и у испытуемых предыдущей группы, на 9-й минуте наблюдается резкое увеличение зрачка с достижением значений больших, чем исходные.

Учитывая, что динамика изменения РЗ при орто- и клиностатической пробах в норме и в условиях симпатотонии практически идентична и при этом значительно отличается от динамики в условиях ваготонии, а при выполнении клиностатической пробы зрачок “ускользает” из-под действия парасимпатической нервной системы и имеет тенденцию к увеличению с течением времени, можно предположить, что величина просвета зрачка, в отличие от показателей работы сердца, в скотопических условиях находится под преимущественным контролем симпатического отдела АНС.

Этому можно найти некоторые подтверждения в литературе. В частности А. Гайтон указывает на то, что волокна, идущие от претектальных ядер к ядру Эдингера-Вестфалия, в основном тормозные. Без их тормозного влияния ядро становится хронически активным, вызывая наряду с потерей реакции зрачка на свет постоянное сужение зрачка [3, с. 689]. В клинической практике встречается синдром Горнера: нарушение симпатической иннервации глаза. При наличии этого синдрома проявляются эффекты активации парасимпатического отдела автономной нервной системы (миоз, птоз).

Выводы:

1. Оптимальной кадровой частотой является частота 30 кадров/сек.
2. У здоровых испытуемых оценка тонуса ВНС может производиться по результатам исследования динамики изменения РЗ одного глаза.
3. При переходе из вертикального в горизонтальное положение РЗ в среднем уменьшался на 11-14%. Таким образом, перемена положения тела оказывает влияние на вегетативные центры, расположенные в среднем мозге. Дальнейшая динамика изменения РЗ различается в зависимости от исходного тонуса ВНС, что свидетельствует о необходимости динамического анализа изменения РЗ при оценке состояния АНС
4. По результатам анализа полученных нами данных можно предполагать, что РЗ находится под преимущественным влиянием симпатического отдела АНС, в отличие от сердечного ритма.
5. Изменение РЗ является чувствительным маркером изменения тонуса ВНС на уровне среднего мозга. Различия в регуляции РЗ и СР дают нам возможность посмотреть на оценку работы АНС несколько под другим углом. Разработка параметров анализа тонуса АНС по характеру изменения РЗ, определение главных характеристик, изменяющихся при патологии— цель нашей дальнейшей работы.

Литература

Инновации в медицине и фармации 2015

1. Александров Д.А. Характер сосудистых реакций и состояние световой чувствительности зрительной системы в условиях локального температурного воздействия: дис. ...канд. мед. наук: 03.00.13 / Д.А. Александров. – Минск, 2009. – 87 л.
2. Вейн А.М. Вегетативные расстройства: Клиника, диагностика, лечение / А.М. Вейн [и др.]; под общ. ред. А.М. Вейна. – М. : ООО «Медицинское информационное агенство», 2003. – 752 с.
3. Гайтон А.К. медицинская физиология / А.К. Гайтон, Дж.Э. Холл / Пер. с англ.; Под ред. В.И. Кобринна. – М.: Логосфера, 2008.—1296 с.
4. Лобко П.И. Вегетативная нервная система. Атлас: учеб. Пособие / П.И. Лобко [и др.].— Минск : Вышэйшая школа, 1988. – 271 с.
5. J. Ch. Lee Pupil size variability as an index of autonomic activity – a preliminary study / J. Ch. Lee [et al.] // Autonomic Neuroscience. –2007. – Vol. 135, № 1-2. – P. 134