

## ЗНАЧЕНИЕ ВИДЕОНИСТАГМОГРАФИИ В ИССЛЕДОВАНИИ ВЕСТИБУЛЯРНОЙ ДИСФУНКЦИИ

*И.П. Марьенко, С.А. Лихачев, И.С. Гурский*

*РНПЦ неврологии и нейрохирургии, ул. Ф. Скорины, 24, РНПЦ НуН, 220114, Минск, Беларусь;  
E-mail: iramaryenko@gmail.com; slihachev@tut.by*

Abstract. New videonystagmography system was developed for detection and analysis of spontaneous and provoked vestibulooculomotor reactions. The system includes a headband, which may be built with one or two infrared cameras to capture the image of pupil. The camera captures the tiniest eye movement and transfer images to the computer, wherein the video signal is analyzed in semi-automatic fashion to detect the pupil and produce graphic representation (videonystagmogram).

Вестибулярные рефлекс отличаются объективностью, динамичностью и высокой информативностью. Среди вестибулярных рефлексов нистагм занимает особое место. Он может наблюдаться визуально, однако регистрация с помощью специальной аппаратуры позволяет выявлять его при закрытых глазах, качественно и количественно оценить нистагмную реакцию, в то время как многие качества нистагма визуально не определяются (дизритмия, неравномерность амплитуды, изменение нистагма после различных функциональных нагрузок и др.) [1].

Объективная регистрация нистагма значительно повышает диагностическую значимость исследования. Электронистагмография (ЭНГ), основана на регистрации биопотенциалов, которые изменяются при движениях глаз. Однако ЭНГ имеет ряд недостатков:

- низкая чувствительность, не позволяющая регистрировать нистагм с амплитудой менее  $2 - 3^\circ$  без искажения, что значительно затрудняет изучение таких движений глаз как саккады,

- величина регистрируемого биопотенциала находится в линейной зависимости от реальной амплитуды движения глаз всего лишь в пределах  $3,5-20^\circ$ ; при большей амплитуде указанная линейная зависимость утрачивается, что также искажает вычисляемые параметры нистагма,

- регистрация ЭНГ производится не на основании прямого снятия параметров движений глаз, а опосредованного через значения биопотенциалов с применением накожных электродов и усилителя, что влечет за собой необходимость индивидуальной калибровки,

- наличие различных сетевых помех, а также помех окружающей среды, искажает параметры нистагма и приводит к существенной потере информации. Поэтому исследование требуется проводить в экранированной комнате,

- ЭНГ не позволяет оценить диагональные и круговые движения глаз [2, 3].

Цель: Разработать систему видеонистагмографии, позволяющую регистрировать и анализировать вестибулоокуломоторные реакции как спонтанные, так и провокационные.

Система предусматривает оголовье, в которое может быть встроена одна или две особые инфракрасные видеокамеры. Камеры фиксируют мельчайшие движения глаз и передают их на компьютер, где видеосигнал обрабатывается полуавтоматически для обнаружения зрачка и построения графиков (видеонистагмограмм).

Для анализа видеоизображений используется программное обеспечение, в котором определение координат и размеров зрачка основано на алгоритме генерализованного преобразования Хафа с переменным разрешением [4]. Форма контура зрачка аппроксимируется эллипсом, что справедливо для большинства пациентов при возможных углах между осью глаза и оптической осью видеокамеры. Координаты центра, длины полуосей и угол наклона эллипса сначала определяются по изображению уменьшенного разрешения, а затем уточняются по изображениям всё возрастающего разрешения, вплоть до оригинального (т.н. переменное разрешение). Используемый алгоритм позволяет обрабатывать видео-

изображения с достаточно высокой скоростью, при этом отличаясь помехоустойчивостью; в частности, возможна обработка кадров, на которых зрачок частично закрыт веками.

Разработанная система видеонистагмографии позволит точно фиксировать горизонтальные, вертикальные и круговые движения глаз, а так же реакцию зрачка в ответ на вестибулярные раздражения, регистрировать взаимодействия глаза и века в норме и в патологии, математически обработать данные в режиме реального времени. Отсутствие электродов даст возможность большей экономии времени для обследования.

#### *Литература*

1. Склют И.А., Цемахов С.Г. Нистагм – Минск : Вышэй. шк.; 1990.
2. Применение компьютерной электронистагмографии в оценке оптокинетических нистагменных реакций / С.В. Линенко [и др.] // Вестн. оториноларингологии. – 2000. – № 3. – С. 13–16.
3. Левашов, М.М. Нистагмометрия в оценке состояния вестибулярной функции / М.М. Левашов. – Л. : Наука, 1984. – 224 с.
4. Гурский И.С. Разработка программного обеспечения для видеоокулографической регистрации движений глаз. / И.С. Гурский, А.И. Кубарко // Сборник научных работ студентов высших учебных заведений Республики Беларусь «НИРС 2008» / редкол.: А.И. Жук (пред.) [и др.]. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2009. – С. 235-236.

#### **СРЕДСТВО И ТЕХНОЛОГИЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОК**

**В.С. Осипович<sup>1</sup>, В.П. Шонтя<sup>2</sup>, Т.И. Терпинская<sup>3</sup>, В.С. Улащик<sup>3</sup>, С.К. Дик<sup>1</sup>,  
Е.А. Петрова<sup>3</sup>, О.Н. Машир<sup>1</sup>, К.Д. Яшин<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
ул. П. Бровки, 6, БГУИР, каф. ИПиЭ, 220013, Минск, Беларусь, тел. +375 17 2938524  
E-mail: seth22@yandex.ru

<sup>2</sup> Technical University of Moldova, 168, Stefan cel Mare av., MD-2004, Chisinau, Republic of Moldova  
E-mail: sontea@mail.utm.md

<sup>3</sup> ГНУ «Институт физиологии НАН Беларуси», ул. Академическая, 28, 220072, Минск, Беларусь;  
E-mail: terpinskayai@mail.ru

Аннотация.. Наночастицы поглощаются клетками карциномы Эрлиха в условиях *in vitro*, не оказывая цитотоксического эффекта. Мягкая трипсинизация клеток изменяет свойства клеточной мембраны, увеличивая ее адгезивность, оцененную методом атомно-силовой микроскопии, и способствуя интернализации наночастиц.

Исследовано взаимодействие флуоресцентных наночастиц CdSe/ZnS, покрытых функционализирующей оболочкой из цистеина, с клетками перевиваемой мышью опухоли асцитной карциномы Эрлиха в условиях *in vitro*. Работа направлена на поиск стабильного нетоксичного флуоресцентного маркера для опухолевых клеток. Использование в качестве клеточной модели перевиваемой экспериментальной опухоли обусловлено тем, что она будет применяться авторами в дальнейшем в качестве модели клеток, способных расти в организме животного. Стабильный нетоксичный флуоресцентный маркер расширит возможности изучения межклеточных взаимодействий как *in vitro*, так и *in vivo*.

Охарактеризована динамика проникновения наночастиц в клетки, исследовано влияние обработки клеток протеолитическим ферментом трипсином на свойства клеточной мембраны и поглощение наночастиц.

Анализ препаратов показывает, что уже через 5 мин после начала инкубации клеточной суспензии с наночастицами последние концентрировались вблизи клеток, постепенно оседая на их поверхности (рис. 1А). Через 20 мин наночастицы были хорошо видны в виде ярко флуоресцирующих крупных глобулярных конгломератов округлой формы