

УДК 347.161

**ВОЗДЕЙСТВИЕ РЕГУЛЯРНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК
НА ФИЗИКО–ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕМБРАН ЭРИТРОЦИТОВ**

А.Ф. Марцинкевич, С.С. Осочук

Витебский государственный медицинский университет

Введение. Высокие спортивные достижения невозможны без регулярных тренировок, определяющих компенсаторные изменения в организме. Такие виды спорта, как бег на длинные и сверхдлинные дистанции, плавание или многоборье, требуют скоординированной работы

кислородпереносящих систем крови, одним из лимитирующих факторов которых является мембрана эритроцита. Согласно [1], мембранные структуры способны регулировать активность интегральных белков–переносчиков, в том числе и аквапоринов, которые выполняют основную роль при переносе кислорода через мембрану эритроцита [2].

Так как мембранные липиды являются одним из компонентов адаптационных систем человека [3], следует ожидать изменение физико–химических свойств мембран эритроцитов под воздействием регулярных физических нагрузок.

Помимо этого, мониторинг ключевых параметров, претерпевающих изменение в условиях постоянных тренировок, может позволить разработку методов их коррекции для увеличения адаптационных способностей организма посредством модификации физико–химического состава мембран эритроцитов.

В связи с этим целью нашего исследования было выявление отличий физико–химических свойств мембран эритроцитов спортсменов и лиц, не занимающихся спортом как одного из ключевых параметров готовности к повышенным физическим нагрузкам.

Материалы и методы исследований

Для изучения воздействия физических нагрузок было сформированы опытная группа из 27 человек обоего пола, имеющих уровень спортивной квалификации от 1–го взрослого разряда до мастера спорта и контрольная группа из 36 человек обоего пола, не занимающиеся регулярными физическими нагрузками.

Для исследования физико–химических свойств мембран эритроцитов у лиц опытной и контрольной групп производился забор крови в вакуум–пробирки с цитратом натрия. Мембраны эритроцитов получали по методу Доджа [4] на центрифуге Thermo Scientific Heraeus Biofuge Stratos, Италия. Суспензию мембран стандартизовали по белку до 100 мкг/мл и титровали 2 мМ раствором пирена в концентрациях 1, 2, 4, 6, 8 и 10 мкмоль/мл. Одновременно снимались спектры флуоресценции при длинах волн 286 и 337 нм на спектрофлуориметре Solar CM2203 (Беларусь). По соотношению высоты пиков флуоресценции при $\lambda_{\text{пер}} = 470\text{--}480$ нм и при $\lambda_{\text{пер}} = 374\text{--}376$ нм, судили о микровязкости мембран эритроцитов, полярность белкового микроокружения определялась по соотношению пиков при $\lambda_{\text{пер}} = 470\text{--}480$ нм и при $\lambda_{\text{пер}} = 380\text{--}400$ нм [5].

Для определения прогнозной значимости физико–химических свойств мембран эритроцитов использовался «ядерный наивный байесовский классификатор» с полным методом оценки и фиксированной пропускной способностью. Расчеты выполнялись в пакете интеллектуального анализа данных RapidMiner 5.2.

Результаты и их обсуждение

Оценка матрицы сопряженности (таблица 1) прогнозируемого (на основании исследуемых показателей) результата с реально имеющимся, продемонстрировала нижеследующее:

Таблица – Матрица сопряженности классификатора для опытной и контрольной групп

Прогноз	1–ый взрослый разряд	Кандидат в мастера спорта	Мастер спорта	Контрольная группа	Точность прогноза
1–ый взрослый разряд	3	0	0	0	100.00%
Кандидат в мастера спорта	0	8	0	0	100.00%
Мастер спорта	0	0	15	2	88.24%
Контрольная группа	0	0	1	34	97.14%

- Точность классификации – 95,24%
- Ошибка классификации – 4,76%
- Коэффициент ранговой корреляции Спирмена – 0,94

Таким образом, выбранные для классификации показатели (физико–химические свойства мембран эритроцитов) с высокой степенью достоверности позволяют отнести их носителя к группе спортсменов или лиц, не занимающихся спортом.

Вместе с тем, классификатор неверно отнес одного из спортсменов, имеющих квалификацию

мастера спорта в класс не занимающихся спортом и 2 человека из контрольной группы, были неверно отнесены к мастерам спорта. Такая неточность может быть обусловлена состоянием системы транспорта кислорода в момент забора крови обследованных людей. Возможно, ошибочно отнесенный к не занимающимся спортом мастер спорта в момент забора крови имел не самые высокие показатели тренированности, а лица не занимающиеся спортом могли иметь генетическую предрасположенность к высоким физическим нагрузкам, либо активно занимались иной физической деятельностью. В целях дальнейшего совершенствования предлагаемой классификации необходимо более точно отработать критерии формирования исследовательских и контрольных групп, что предполагается сделать в наших дальнейших исследованиях.

Выводы

1. Физико–химические свойства мембран способны выступать в качестве предиктора отнесения к группам спортсменов или лиц, не занимающихся спортом при использовании «ядерного наивного байесовского классификатора».
2. Ошибочное отнесение к противоположной группе может быть обусловлено неучтенными в эксперименте факторами и требует дальнейшего уточнения и разработки.

Литература

1. Lee, A.G. Lipid–protein interactions in biological membranes: a structural perspective / A.G. Lee // *Biochimica et Biophysica Acta / Biomembranes* – V. 1612. – 2003. – p. 1–40.
2. Титовец, Э. П. Исследование механизмов кислородного обмена эритроцитов человека / Э. П. Титовец, Л. П. Пархач, Т. С. Степанова [и др.] // *Биофизика*. — Т. 10. – 2009. — с. 425–441.
3. Крепс, Е. М. Липиды клеточных мембран: эволюция липидов мозга. Адаптац. Функция липидов / Е. М. Крепс. – Л.: Наука, Ленингр. Отд–ние, 1981. – 339 с.
4. Dodge, J. “The preparation and chemical characteristics of hemoglobin free ghosts of erythrocytes / J. Dodge, C. Mitchell, D. Hanahan // *Arch. Biochem. Biophys.* – 1963. – Vol. 100, N 1. – P. 119–130.”
5. Добрецов, Г.Е. флуоресцентные зонды в исследовании клеток, мембран и липопротеинов / Г.Е. Добрецов. – М.: Наука, 1989. – 277с.