

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛЯРОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В МЕДИЦИНЕ

Р.Ф. Хамитов, Д.А. Валимухаметова

*Кафедра внутренних болезней № 3 (зав. — доц. З.Ш. Хасанов)
Казанского государственного медицинского университета*

Среди физико-химических методов в медицине применяется полярографический анализ (ПА), впервые предложенный академиком Я. Гейровским [6, 24]. ПА основан на определении зависимости силы тока от прикладываемого напряжения при электролизе раствора в специальном электролизере. Зависимость "сила тока-потенциал" графически выражается в виде поляризационных кривых (полярограмм). Каждое электроактивное вещество в определенных условиях (фоновый раствор электролита) имеет свой потенциал восстановления. Потенциал полуволны полярограммы (потенциал электрода, при котором достигается значение тока, равное половине предельного диффузионного тока) отражает качественный признак вещества. Вместе с тем потенциалы полуволн многих веществ имеют близкие или совпадающие значения, поэтому в полярографии (ПГ) применяются специальные приемы (подбор фона, комплексообразование), позволяющие сдвинуть потенциалы полуволн этих веществ. Высота полярографической волны отражает концентрацию исследуемого вещества [8].

Результатом усовершенствования и дальнейшего развития классического метода ПГ является возникновение новых вариантов: осциллографического, амальгамного, дифференциального, переменного, импульсного [10, 21], компьютеризации ПА [23].

Кроме ртутно-капельного электрода, применяемого в классическом варианте ПА, получили распространение новые виды твердых электродов: вращающийся платиновый микроэлектрод, макающийся, цилиндрический электроды и др. [4, 10]. Вместе с тем это не означает отказа от ртутно-капельного электрода, обладающего рядом важных преимуществ: во-первых, поверхность индикаторного (капающего) электрода непрерывно обновляется, в связи с этим не происходит накопления, как на твердых электродах, веществ, меняющих его свойства. Во-вторых, ввиду малой поверхности капли для получения тока нужной плотности достаточно пропустить ток малой силы, поэтому при полярографировании концентрация исследуемого вещества практически не меняется и, следовательно, величина предельного тока постоянна во времени.

В-третьих, твердые электроды не могут быть использованы при работе в требуемом диапазоне поляризационного напряжения (от -1 до -2 В) ввиду низкого перенапряжения водорода на этих материалах [10, 17].

ПГ исследования нашли широкое применение в различных областях химии, биологии, фармации, медицине. Ценность способа заключается в высокой чувствительности, позволяющей определять малые концентрации (10^{-6} моль/л), в возможности исследования малых объемов — 1—2 капли (0,03–0,06 мл), в одновременном проведении качественного и количественного анализов, в возможности применения метода к смесям веществ (без предварительного разделения, выделения и очистки компонентов), в том числе к смесям веществ, близких по строению и свойствам, в высокой точности, быстроте исполнения, удобстве и сравнительной простоте аппаратного оснащения [17].

Помимо аналитических целей, с помощью ПА решаются вопросы кинетики химических и электрохимических реакций, механизма реакций и строения веществ. ПГ метод может быть использован также для изучения адсорбции, растворимости, комплексообразования, окислительно-восстановительных процессов [8, 9].

Перспективность, чувствительность метода и доступность аппаратуры положили начало многочисленным работам по применению ПГ метода для изучения связи между изменениями электрохимической активности сывороточных белков крови и определенными патологическими изменениями в организме.

В классическом виде полярограмма фильтрата денатурированной сыворотки крови (ФДСК) представлена как двухступенчатая протеиновая волна. Сложность белковой макроструктуры затрудняет окончательное решение вопроса о функциональных группировках, определяющих образование полярографической волны. Анализ литературы показывает, что вещества, содержащиеся в сульфосалициловом ФДСК, относятся к группе гликопротеидов и к подгруппе серомукоидов ввиду своей растворимости в сульфосалициловой кислоте. В организме гликопротеиды обнаружены во всех тканях и жидкостях. Имеются исследования об их ведущем значении в организации защитных систем организма (гамма-глобулины, компоненты

комплемента и т.д.). Гликопротеидную природу имеют многие гормоны, ферменты, а также ингибиторы и активаторы ферментов [13].

Участие SH-групп в полярографическом эффекте бесспорно, однако помимо них предполагается участие NH_2 -, NH_4 - и COOH -групп. Степень изменения полярографических волн зависит и от соотношения в сыворотке крови аминокислот (цистеин, цистин, аргинин, лизин, валин).

Окончательно не выяснен вопрос о материальных носителях каждой из ступеней полярографической волны. Путем исследования большого количества модельных веществ было доказано, что вторая протеиновая волна связана с наличием в них тиоловых или цистеиновых групп. Менее ясным представляется механизм образования первой ступени, хотя уже выявлена определенная взаимосвязь между высотой первой протеиновой волны и углеводными группировками.

Сторонники структурно-пространственной теории связывают возникновение различных ступеней протеиновой волны со структурными особенностями белковой молекулы [11]. Предполагается, что первая ступень возникает за счет комплексообразования ионов кобальта фона с глобулой белковой частицы, а вторая — за счет соединения ионов кобальта с агглоулярными участками белковой молекулы. Соотношение между этими двумя волнами может служить характеристикой третичной структуры белка. Отсюда следует вывод о чрезвычайной сложности природы полярографического эффекта, обусловленного как количественными, так и качественными сдвигами в белковой молекуле. Комплекс таких изменений не позволяет объяснить двухступенчатую волну каким-то отдельным белком. Данное обстоятельство не дает возможности убедительно истолковать характер и причины полярографических изменений при разных патологических процессах.

С помощью ПГ определяют напряжение кислорода и его потребление тканями — важнейшие показатели трофики и функционального состояния тканей организма, объемную скорость кровотока по клиренсу водорода, окислительно-восстановительный потенциал [4, 16].

С внедрением ПГ метода в клинику наибольшее внимание было уделено диагностике злокачественных процессов [7, 10, 14, 15]. Полярографическая активность сыворотки крови у больных с опухолевым процессом отличалась от показателей здорового контингента: практически во всех случаях определялись высокие ступени полярограммы — на 31% выше нормы [2]. При радикальном излечении рака снижалась высота ПГ волн, что давало возможность контролировать эффективность лечения.

Рецидив опухоли или метастазирование вновь приводили к резкому подъему ПГ кривой. Большинство исследователей, применяющих ПА при злокачественных новообразованиях, дают высокую оценку диагностическим возможностям метода. Вместе с тем работы Г.Ю. Бычковой [2] доказывают неспецифичность ПГ изменений у больных с новообразованиями. Получены у некоторых пациентов полярограммы, высота волн которых находится на уровне параметров здоровых людей, не дает возможности сделать однозначное диагностическое заключение по однократным данным, и только повторное ПГ исследование и динамическое наблюдение за больными обеспечивают достоверность.

Имеются сообщения о применении ПА при заболеваниях нервной системы, диффузных заболеваниях соединительной ткани [18], хроническом легочном сердце [12], заболеваниях легких [3, 22], язвенной болезни [20] и другой патологии желудочно-кишечного тракта, воспалительных процессах гепатобилиарной зоны [5, 19], почечной патологии и травмах.

Данные литературы о ПГ активности сыворотки крови при острых воспалительных заболеваниях легких весьма немногочисленны. Некоторыми авторами проведены сравнительные исследования опухолей и неспецифических заболеваний легких. В разгаре острой пневмонии определены высокие ступени полярограммы, при поступлении превышающие показатели у больных с новообразованиями. Однако в динамике противовоспалительного лечения ПГ волны снижаются в отличие от довольно стабильной ПГ картины у пациентов с blastomatoznym процессом в бронхолегочной системе. В противоположность этому Г.Ю. Бычкова [2] обнаружила при первичном исследовании увеличение высоты ПГ ступеней у онкологических больных на 31%, а у лиц с НЗЛ — лишь на 8% от нормы, поэтому автор рекомендует динамическое наблюдение за ПГ изменениями. Другие исследователи не нашли существенных различий между полярограммами у больных острой пневмонией и опухолевым или туберкулезным поражением легких. Вместе с тем в экспериментах и в клинике при неосложненном течении острой пневмонии большинство авторов определялся высокий уровень ПГ ступеней, постепенно снижающийся в процессе лечения [22].

По данным литературы [2, 7], при различных патологических состояниях происходят преимущественные изменения какой-либо одной ступени, вследствие этого полярограмма может приобретать характерный внешний вид, например так называемой "цирротической кривой". Однако во многих работах авторы анализируют полярограммы по суммарной

оценке обеих ступеней либо по какой-то одной из них (чаще второй) без учета особенностей их соотношений, что ведет к частичной потере диагностической информации.

В большинстве исследований не отражены сроки полной нормализации ПГ изменений в зависимости от характера болезни и особенностей лечебной тактики у больных острой пневмонией. Данные о возможных преимуществах или недостатках ПА по сравнению с биохимическими методами также являются неполными и противоречивыми.

Мало изучена ПГ картина крови у больных с затянувшейся пневмонией и при различных вариантах лечения. В доступной литературе мы не встретили работ, в которых были бы изложены результаты количественного изучения прогностической информативности ПА, а также математические модели патологических процессов, включающие данные поляроактивности крови.

Таким образом, результаты ПГ исследований при бронхолегочных заболеваниях весьма разноречивы. Мы полагаем, что необходима дальнейшая разработка методов ПА для совершенствования его диагностических возможностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батьянов А.П.//Бюлл. экспер. биол. и мед. — 1984. — № 6. — С. 675—677.
2. Бычкова Г.Ю. Акт. пробл. онкол. и мед. радиол. — Минск, 1985. — Вып. 13. — С. 63—65.
3. Валимухаметова Д.А., Хамитов Р.Ф., Якупова З.Н., Алексеев Г.В. Новое, прогрессивное — в практику здравоохранения. — Ульяновск, 1992.
4. Васильев А.П., Красников Б.Ф. Проблемы техники в медицине. — Томск, 1983.
5. Воронин В.Н., Шамсутдинов Н.Ш.// Казанский мед. ж. — 1986. — № 6. — С. 410—411.
6. Гейровский Я., Кута Я. Основы полярографии. — М., 1965.
7. Горожанская Э.Г., Бассалык Л.С. Лаб. диагностика. — М., 1985.
8. Государственная Фармакопея СССР. Изд. II. — М., 1987.
9. Дедюрин А.М., Киянская Л.А.//Мед. техника. — 1986. — № 5. — С. 35—38.
10. Дедюрин А.М., Пелишенко И.А., Галушкин А.Н., Елецкий В.С.//Мед. техника. — 1982. — № 6. — С. 18—21.
11. Иванов И.Д., Рахлеева Е.Е. Полярография структуры и функции биополимеров. — М., 1968.
12. Коркушко О.В., Иванов Л.А., Ковальчук Б.Р. II съезд терапевтов УССР. — Тез. докл. — Харьков, 1982.
13. Лабораторные методы исследования в клинике./Под ред. В.В. Меньшикова. — М., 1987.
14. Ланцман Ю.В., Подкорытова Н.В., Севостьянов А.К., Сысоева Л.Н. Акт. пробл. соврем. онкол. — Томск, 1983. — Вып. 3. — С. 121—124.
15. Лецкий В.Б., Пелишко И.А., Дедюрин А.М. и др. Лабораторная диагностика в клинической практике. — Л., 1982.
16. Лохвицкий С.В., Афанасьев А.А. Хирургическая патология периферических сосудов. — Баку, 1982.
17. Недоступ Н.А., Мардарович И.В., Карпинец Л.Л.//Гиг. и сан. — 1986. — № 4. — С. 78—79.
18. Поздняк Н.Д. Физические факторы в комплексной терапии и реабилитации больных ревматическими заболеваниями. — Труды КГМИ. — Казань, 1985. — Т. 66. — С. 25—29.
19. Поздняк Н.Д., Гарифджанова А.Ф.// Казанский мед. ж. — 1981. — № 6. — С. 39—40.
20. Рафиева С.А. XIX Всесоюзный съезд терапевтов. — Ташкент, 1987. — Тезисы докл. — Ч. 2. — С. 277—278.
21. Страдынь Я.П.// Изв. АН Латв. ССР. — 1986. — № 2. — С. 44—53.
22. Якупова З.Н., Хамитов Р.Ф., Воронин В.Н.// Казанский мед. ж. — 1988. — № 6. — С. 434—436.
23. Osteryoung I, Osteryoung R.// Analyt. Chem. — 1985. — Vol. 57. — P. 101a—110a.
24. Zuman P., Brezina M. Die Polarographie in der Medizin, Biochemie und Pharmazie. — Leipzig, 1956.

Поступила 16.12.95.