

ВОПРОСЫ ГАРМОНИЗАЦИИ И УНИФИКАЦИИ ПОНЯТИЙНО-ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОГО БАЗИСА В НЕИНВАЗИВНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ

Макаров Д.С., Петрицкая Е.Н., Рогаткин Д.А.

Одним из важнейших элементов системы единства измерений, а также метрологического обеспечения любых методов и приборов, в том числе и неинвазивной медицинской спектрофотометрии (НМС), является строгая и однозначная терминология [1, 2]. Сегодня огромное количество публикаций использует в НМС самый разный понятийно-терминологический базис, что затрудняет единый анализ и сравнение результатов диагностики между собой [3]. Современная медицинская терминология - одна из самых обширных и сложных в понятийном и содержательном отношении систем терминов [4, 5]. Огромный объем медицинского лексикона обуславливается в немалой степени и междисциплинарным характером многих понятий, приходящих в медицину из смежных областей знаний – биологии, химии, физики, математики. Сегодня любое появление в медицине новых инструментальных лечебных или диагностических методов во многом определяется передовыми достижениями в области ядерной физики, оптики, электроники, компьютерной техники. Соответственно, с каждой новой появляющейся областью диагностики в медицину, от части, приходит и новая терминология. Именно этот процесс сегодня можно наблюдать в связи с внедрением в практическое здравоохранение технологии НМС. Помимо новых диагностических показателей, регистрируемых в НМС *in vivo* [2, 6], в медицину с НМС пришла, например, и достаточно сложная терминология оптики мутных сред [7]. Поэтому, актуальной становится задача гармонизации и унификации понятийно-терминологического базиса в НМС, особенно в свете стоящих перед НМС проблем создания научно обоснованной системы метрологического обеспечения, как приборов, так и методик измерений в целом [2, 3].

Предлагается для решения указанной проблемы все термины и понятия в НМС объединить в несколько групп. Первую группу понятий могут составлять базовые физико-технические термины, определяющие физические и технические основы диагностических методов в НМС. Наиболее ключевыми и не однозначно понимаемыми (используемыми) сегодня здесь терминами являются термины, определяющие процесс упругого рассеяния света в биологической ткани и, соответственно, процесс регистрации выходящего из биоткани вторичного оптического излучения [2, 7, 8]. Предлагается говорить здесь о диагностике *в рассеянном свете*, вне зависимости от места расположения приемника излучения, т.к. любые процессы взаимодействия оптического излучения с биотканями всегда сопровождаются рассеянием света на неоднородностях структуры ткани. При расположении фотоприемного устройства (ФПУ) в переднем полупространстве по отношению к биоткани можно говорить о диагностике *в обратно рассеянном свете*, а при расположении ФПУ по другую сторону ткани – о диагностике *в прямом рассеянном свете* или о диагностике *в рассеянном свете «на просвет»*. Наиболее же часто сегодня используемый термин «диагностика в отраженном свете» представляется допустимым в НМС только при регистрации исключительно излучения, отраженного от границ раздела сред [2]. В противном случае, термин «отраженное излучение» может трактоваться двояко – и как истинно отраженное излучение, и как излучение, обратно рассеянное в направлении на ФПУ (что чаще всего и происходит), что вносит путаницу и неоднозначность в терминологию.

Дополнительно, в связи с развитием вычислительных методов оптики светорассеивающих сред [7], более строгого определения требуют сегодня также термины транспортных коэффициентов рассеяния (μ_s), поглощения (μ_a) и транспортного альбедо. В работе [8] было показано, что под μ_s наиболее правильно сегодня понимать транспортный коэффициент, приведенный в [7] для идеально светорассеивающей среды без поглощения в приближении многократного рассеяния. А транспортное альбедо следует трактовать как отношение коэффициентов второго и первого слагаемых правой части общего интегро-дифференциального уравнения переноса излучения без разделения первого коэффициента уравнения на отдельные μ_a и μ_s . Классическое же

определение альбеда, в котором в знаменателе дроби стоит сумма μ_a и μ_s , приводит в ряде задач к неоднозначным и ошибочным результатам.

Вторую группу понятий в НМС должны составлять термины и определения, обозначающие для врача те медико-биологические показатели, которые регистрируются приборами НМС. В связи с тем, что все приборы НМС реализуют принцип косвенных измерений (не прямых, да еще и через кожу, слизистую и т.п.), очевидно, не всегда можно ставить знак равенства между величиной показателя, зарегистрированного этими приборами, и привычными для врача диагностическими понятиями, скажем, содержания гемоглобина в крови или количества эритроцитов (гематокрита). Последнее понятие (Ht), например, в лабораторной диагностике однозначно определено по процедуре его измерения (так называемый «операциональный подход в метрологии» [2]). Гематокритом называется та часть объема крови, которая приходится на долю эритроцитов [5]. Лабораторный анализ на гематокрит проводят с помощью специальной стеклянной градуированной пробирки, которую заполняют цельной кровью и центрифугируют. Высота столбика осевших эритроцитов в миллиметрах и будет равна гематокриту в процентах. В НМС же методом оптической тканевой оксиметрии определяется схожий параметр – объемная доля эритроцитов в системе микроциркуляции крови. Однако в общем случае он не равен классическому Ht , т.к. определяется транскутанно в общем объеме (диагностическом объеме (ДО)) окружающих сосудистое русло сторонних клеточных тканей. Наиболее логично в этом случае говорить о каком-нибудь «тканевом» гематокрите, с конкретизацией того ДО, с которого проведены измерения. То же самое можно сказать и о других параметрах: *тканевой* сатурации оксигемоглобина, *тканевой* перфузии и т.д.

Международные рекомендации в такой ситуации, когда нельзя непосредственно использовать классические размерные величины, а измерения проводятся, например, через кожу, предлагают использовать понятия «транскутанных индексов чего-то», например, транскутанный билирубиновый индекс, или транскутанный индекс напряжения кислорода [5]. Представляется такой подход правомерным и в НМС. Все параметры содержания веществ в ДО в методах НМС принципиально определяются в привязке к окружающим и сильно рассеивающим свет сторонним биотканям. Получить точное и размерное значение концентрации вещества в ткани очень проблематично в НМС, т.к. не всегда точно известен не только сам эффективный ДО, с которого снимается полезный сигнал, но и влияние на конечный диагностический результат многих других сторонних медико-биологических и физических факторов. Скажем, для методов флюоресцентной *in vivo* диагностики интенсивность линии флюоресценции того или иного вещества в ткани зависит не только от его концентрации в объеме, но и от глубины залегания флюорохромов под поверхностью кожи, температуры среды, наличия тушащего флюоресценцию кислорода рядом с молекулами флюорохрома, квантового выхода флюоресценции и т.д. Поэтому говорить здесь можно лишь об условных единицах концентрации вещества в том или ином ДО, что в полной мере может быть поименовано сегодня как *индекс транскутанного (или тканевого) содержания вещества в зоне обследования* (индекс тканевого меланина, протопорфирина, липофусцина и т.д.).

И третью группу основных терминов в НМС должны составлять термины, определяющие метрологические характеристики формируемого интегрального диагностического заключения. Особое внимание здесь должно быть обращено на однозначность понятий и процедур вычисления разбросов результатов измерений, доверительного интервала и точности результатов измерений. Пока в этой области НМС совсем мало фундаментальных научных работ [2]. Подавляющее большинство авторов используют априори представления о нормальном законе распределения результатов и погрешностей измерений и о вычислении доверительных интервалов через стандартное среднеквадратическое отклонение. Однако сегодня можно с большой долей уверенности говорить, что большинство измеряемых в НМС параметров распределены не нормально. Например, параметр тканевой сатурации оксигемоглобина в крови (S_tO_2), выраженный в процентах, в физиологической норме находится на уровне 85-90% для слизистых оболочек полости рта. Максимальное же его значение (чисто теоретическое) – 100%. Следовательно, раз-

брос результатов измерений «вверх» и «вниз» от нормального уровня может не быть равновероятным. По нашим данным это распределение более похоже на Бета-распределение [9] с резким спадом плотности вероятности до нуля в области значений S_tO_2 , близких к 100%. Соответственно, вопрос о доверительных интервалах результатов таких измерений, а, следовательно, и о достоверности различий в сравниваемых группах пациентов на основе результатов таких измерений, может оказаться не таким уж и однозначным и требует дополнительных метрологических исследований.

Представленная работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №08-02-00769а.

Литература. 1. Методы и средства измерений: Учебник для вузов / Г.Г. Раннев, А.П. Тарасенко. – М.: Изд. Центр «Академия», 2003. - 336 с. 2. Рогаткин Д.А., Дунаев А.В., Лапаева Л.Г. // Мед. техника, №2, 2010. - с.30-37. 3. Лапаева Л.Г., Рогаткин Д.А., Быченков О.А. // Мат. VIII Межд. Конф. «ФРЭМЭ-2008». Доклады. Кн. 2. – Владимир: Собор, 2008. – с.83-86. 4. Акжигитов Г. // Мед. газета, №48, 4 июля, 2003. 5. Чернявский М.Н. и др. ЭСМТ, т.3. – М.: Медицина 1984. - с.410-425. 6. Лапаева Л.Г. // Мед. техника, № 2, 2003. – с.31-36. 7. Рогаткин Д.А. // Мед. техника, №2, 2007. - с.10-16. 8. Rogatkin D.A., Tchernyi V.V. // Abstr. book of “PIERS’2009” Symposium, Moscow, Russia, 2009. - p.385. 9. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология. Учебник для вузов. 4-е изд. – СПб: Питер, 2010. – 192с.

Реквизиты для справок: Россия, 129110, Москва, ул. Щепкина 61/2, ГУ МОНИКИ им. М.Ф.Владимирского, лаборатория медико-физических исследований. Тел. +7 (495)681-89-84. www.medphyslab.ru