

ИЗМЕРЕНИЯ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ШКАЛЫ В МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Карпинская Е.Д.

ГУ «Институт патологии позвоночника и суставов им. М.И. Ситенко АМНУ»

Статистическое исследование является неотъемлемой частью любого научного исследования от дипломной работы до НИР научно-исследовательских институтов. Сведения о клинических медицинских исследованиях уходят в далекое прошлое. Считают, что уже в трудах средневекового ученого, врача и философа Ибн Сины (Авиценна) (980-1037) [4], чьи трактаты в области теоретической и клинической медицины были необычайно популярны в течение многих веков и являлись обязательным руководством, содержались упоминания о технологии проведения «клинических исследований».

Вплоть до VII-VIII веков медицинская статистика сводилась, в основном, к описательному обобщению наблюдений. Большинство работ, описывающие симптомы болезней, появились до VII века, именно тогда закладывались основы технологий проведения экспериментов, опытов, клинических испытаний лекарств и методов лечения.

В свою очередь, математики разрабатывали математические методы обработки случайных событий, что привело к развитию теории вероятности, хотя, в основном их работы были связаны с азартными играми. Среди ученых, внесших свой вклад в развитие статистики нужно отметить имена: П.Ферма (1601-1665) и Б.Паскаля (1623-1662), Я.Бернулли (1654-1705) и П.Лапласа (1749-1827), К.Гаусса (1777-1855) и С.Пуассона (1781-1840), Т.Байеса (1701-1761) и В.Госсета (писавшего под псевдонимом Стюдент) и др. Эти имена известны многим по названиям часто применяемых статистических процедур, тестов и распределений.

Примерно к концу VIII века медиками был накоплен опыт наблюдений и проведения экспериментов, и они стали готовы к тому, чтобы принять новый инструмент математической обработки этих наблюдений. Математики, в свою очередь, накопили достаточный опыт решения задач, связанных с вероятностными характеристиками, что привело к созданию нового направления математики — теории вероятности и математической статистики. Взаимопроникновение наук привело к зарождению новой науки — **биометрии или медицинской статистики**. XIX век стал веком формирования основ нового направления в науке.

С первых шагов применения математических методов обработки в естественных науках, стало ясно, что прямое копирование приемов

точных наук не всегда оправдано при обработке биологических и медицинских данных. В этих науках необходимы несколько иные подходы к формированию выборки для анализа, несколько другие принципы измерения величин и признаков, иные принципы построения математических моделей, учитывая сложный механизм биологических взаимосвязей — иной подход к учету и объяснению параметров, участвующих в описании процесса.

Неотъемлемым, и, пожалуй, главным этапом клинического исследования является измерение биологических величин. Сегодня измеряют все: количество больных и степень болевого синдрома, температуру тела и биохимические показатели, измеряют количество случаев заболеваний и уровень нервного напряжения. Одним словом, все, что можно наблюдать, может быть измерено тем или иным способом.

История измерений убедительно свидетельствует о том, что единицы измерения выбирались во многом произвольно, однако с учетом человеческих масштабов деятельности. Небольшие длины измерялись размерами человеческого тела — дюймы, футы, локти, сажени, а сравнительно большие расстояния — в числе дней пути или расстояний, обеспечивающих возможность увидеть объект, — миля, лье и т.п.

Для общения и обмена необходимо единообразие и неизменность единиц измерения. Однако лишь во время Великой французской революции появилась идея метрических мер. Сами метрические системы для измерений были приняты многими странами лишь в конце XIX — начале XX века, но и сейчас еще в англоязычных странах применяются неметрические меры.

Естественно, чтобы измерить и численно выразить, например, рост и уровень психического здоровья коллектива необходимо применить различные способы и средства измерения, разные шкалы отображения результата измерения.

Вопросу измерения и выражения измеряемых величин и посвящена данная работа.

Измерение — численное выражение некоторого свойства — всегда рассматривалось как необходимый и важный компонент научного исследования.

Измеряемость часто выступает критерием научности, то есть если нельзя выделить свойства объектов, измерить их признаки и установить на этой основе причинно-следственные связи, то нельзя говорить о научности и эффек-

принципу “Да” – “Нет”)

Номинативные шкалы не могут иметь промежуточных значений.

Они используются преимущественно для классификаций.

Данные, представленные в номинативных шкалах, можно обрабатывать только качественными методами.

Порядковые шкалы (ранговые) являются упорядоченными, но в них отсутствует атрибут интервальности и нулевой точки. В порядковых шкалах обычно представляют упорядоченные объекты, ранжированные по выраженности некоторого признака (например, интенсивность боли – от полного отсутствия до парализующей, уровень комфортности – от максимального комфорта до нуля и т.д.). Данные, представленные в порядковых шкалах, можно сравнивать по степени выраженности признака, но невозможно определить на сколько, тем более во сколько раз.

Несмотря на то, что порядковая шкала показывает степень выраженности признака, интервалы между признаками не могут считаться одинаковыми. Например, степень выраженности заболевания часто выражается согласно некоторым общепринятым шкалам или таблицам. Так развитие заболевания желудочно-кишечного тракта можно описать как ряд утяжеляющихся диагнозов: гастрит – эрозивный гастрит – язвенный гастрит, однако мы не можем численно выразить во сколько раз (или на сколько единиц) состояние больного при язвенной болезни тяжелее, чем при эрозивном гастрите. Нельзя утверждать, что изменение состояния здоровья больного между этапами развития болезни одинаково.

В порядковых шкалах интервалы часто неодинаковы.

Данные представленные в порядковых шкалах используют преимущественно для упорядочивания, строго говоря – это единственная математическая операция, применимая к ним.

Для перевода порядковых шкал в метрические используют специальные алгоритмы конвертации.

Порядковые шкалы могут вполне корректно использоваться в экспериментальных исследованиях, но для этого необходимы адекватные методы обработки данных (конвертирование в метрические шкалы) или использование непараметрических методов для обработки данных.

Метрические шкалы являются более привычными для понимания, они отражают больше информации о различии исследуемых объектов по измеряемому признаку, поэтому при проведении экспериментальных исследований целесообразнее выбирать способы сбора данных, позволяющие использовать метрические шка-

лы. К метрическим относят *интервальные и относительные* шкалы.

Интервальные шкалы обладают свойством упорядоченности и интервальности, но в них отсутствует нулевая точка. Примером таких шкал может служить фиксация времени и даты, температуры. Данные, представленные в интервальных шкалах, можно сравнивать между собой, так как интервалы участков шкалы одинаковы: между 3 и 6 часами такая же разница, как и между 7 и 10 часами. Имея данные, представленные в интервальной шкале, мы можем судить о том, *насколько больше или насколько меньше выражено измеряемое свойство, но не о том во сколько раз больше или меньше*. Это связано с тем, что интервальные шкалы не имеют нулевой точки, т.е. “0” не соответствует полному отсутствию признака – мы не можем определить нулевое время, а показания температуры зависят от выбранной шкалы измерения температуры – Цельсия, Кельвина, Фаренгейта, и ноль по Цельсию совсем не означает полного отсутствия температуры.

Для интервальных шкал применимо большинство математических операций.

Имея данные, представленные в интервальной шкале, мы можем судить о том, насколько больше или насколько меньше выражено измеряемое свойство

В *относительной шкале* присутствуют все атрибуты измерительных шкал: упорядоченность, интервальность, нулевая точка. Для обозначения такой шкалы часто используют термины *шкала отношений и абсолютная шкала*.

Относительная шкала позволяет оценивать *во сколько раз свойство одного объекта отличается от свойств другого*. Например, при оценке количества больных – “0” означает полное отсутствие пациентов.

Для относительной шкалы возможно применение любых математических операций и процедур обработки данных.

В общем виде классификация шкал приведена на рис. 1.

Это далеко не полный перечень шкал, используемых для представления данных. Некоторые авторы специальных учебных пособий по статистическому анализу выделяют другие шкалы. Кроме того, каждая специальность имеет свои шкалы, позволяющие представить данные в удобном для интерпретации виде.

Обобщив вышесказанное можно сделать вывод, что *измерение* – это операция соотношения признака эмпирического объекта с помощью чисел в соответствии с определенными правилами, определяемыми измерительными шкалами. В то же время существует, разделяемый многими исследователями подход, согласно которому *измерение* следует отличать от *оценки* –

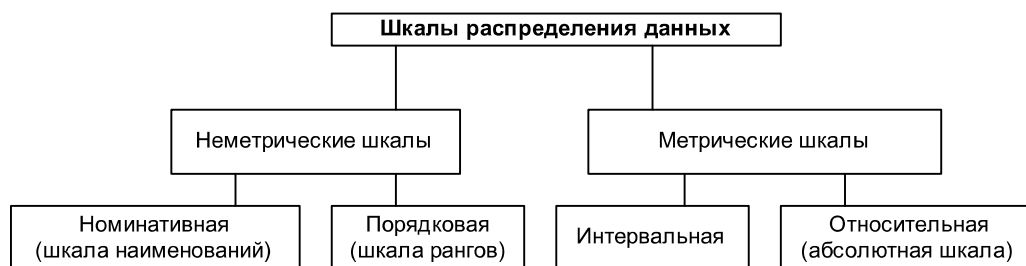


Рисунок 1

Классификация шкал, применяемых для представления данных медико-биологических исследований.

иного способа количественной характеристики величин.

Различие измерения и оценки основано на следующих подходах: а) используемая измерительная модель включает в себя измерительную шкалу; б) способе выражения получаемого результата. *Оценка* дает приближенное значение величины или параметра, причем в отличие от измерения не существует однозначного соответствия между величиной и ее количественным выражением в определенных единицах.

Считается, что по исходным данным, представленным в неметрических шкалах, получают *оценки* свойства изучаемого объекта, тогда как *измерения* могут быть получены при использовании либо метрических шкал, либо некоторых процедур преобразования исходных данных в метрические шкалы. В некоторых случаях необходимо обратное преобразование измерения в оценку. Примером может служить результат биохимического анализа, который выражается и конкретным уровнем измеряемого параметра (измерение), и может быть представлен в виде трехпозиционного критерия – меньше нормы, норма, выше нормы (оценка). В данном случае оценка является уже качественной характеристикой объекта или группы объектов.

Принято считать, что измерение, в отличие от оценки, характеризуется научной обоснованностью и корректностью использования математического аппарата, большей точностью, стандартизованностью и универсальностью.

Правильный выбор способа представления данных и, следовательно, обоснованность методов их обработки, является, пожалуй, одним из основных условий корректности интерпретации полученных результатов. Недооценка этого первичного этапа научного исследования может привести к неверному истолкованию результатов, часто многолетних исследований, что в со-

временных условиях жесткой конкуренции в науке неизбежно ведет к потере, если не научного приоритета, то к неоправданно затраченным средствам.

На сегодняшний день уже разработано достаточно много нормативной документации, регламентирующей способы представления результатов измерений и методов их математической обработки. Анализ публикаций в научных журналах, многочисленных ссылок в сети Интернет свидетельствует о положительной динамике в вопросах стандартизации измерений и оценке медико-биологической информации.

Рекомендуемая литература

1. Васильев В.И., Красильников В.В., Плаксий С.И., Тягунова Т.Н. Статистический анализ многомерных объектов произвольной природы. М.: Изд-во ИКАР, 2004. 382 с.
2. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. Изд-во «Прогресс», М.: 1976, 495 с.
3. Дубина И.Н. Математические основы эмпирических социально-экономических исследований: учебное пособие. Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 2006. 263 с.
4. Карпинская Е.Д. Биометрика. История становления и развития // Медицина и ... 2007. №3-4 (18). – С. 55-64.
5. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных. СПб.: Речь, 2004.
6. Орлов А.И. Нечисловая статистика. М.: МЗ-Пресс, 2004. 513 с.
7. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. С-Пб.: Речь, 2003.
8. Перевозчик Ю.

Поступила в редколлегию 20.07.2009

Измерения и измерительные шкалы в медико-биологических исследованиях / Карпинская Е.Д.
// Медицина и... – 2009.– № 3. – С. 74-77

Работа посвящена вопросам измерения и выражения измеряемых величин. Рассмотрены виды метрических и неметрических шкал, их особенности применительно к медико-биологическим исследованиям.

Ключевые слова: шкала, измерений, оценка.

Вимірювання та шкали для вимірювання у медико-біологічних дослідженнях / Карпінська О.Д.
// Медицина і... – 2009.– № 3. – С. 74-77

Робота присвячена питанням вимірювання та вираження вимірних величин. Розглянуті види метричних та неметричних шкал, їх особливості стосовно медико-біологічних досліджень.

Ключові слова: шкала, вимірювання, оцінка.

Measurements and measurements scale of medical-biology research / Karpinska O.
// Medicine and... – 2009.– № 3. – P. 74-77

Work is devoted questions of measurement and expression of measured sizes. Kinds of metric and not metric scales, their features with reference to medical and biologic researches are considered.

Keywords: a scale, measurements, an estimation.