

1. Кожная реакция человека

Кожная (КР) или кожно-гальваническая (КГР) реакция - это «изменение разности потенциалов и снижение электрического сопротивления между двумя участками поверхности кожи» (цит. по: БМЭ, т. 11, стр. 138, 1979 г.).

На первом этапе изучения кожных реакций исследователи разграничивали методики по способу измерения. Если регистрируют напряжение между двумя участками биоткани, то его называют кожно-гальванической реакцией (по имени ученого Л. Гальвани, впервые наблюдавшего это явление). Иногда эту процедуру называют электродермографией (от греч. слова *derma* - кожа). Вопросу изучения кожной реакции в условиях лабораторного и производственного эксперимента посвящено значительное количество работ как у нас (И.С. Кондор, 1980, Н.А. Леонов, 1980, А.А. Крауклис, А.А. Алдерсонс, 1982 и др.), так и за рубежом (Wang, 1961, Codor, 1963, Edelberg, 1964, Hori, 1982 и др.).

История открытия этого явления относится к концу XIX в., когда в 1888 г. Ч. Фере, в 1889 г. И.Р. Тарханов впервые установили взаимосвязь между уровнем кожного сопротивления (кожного потенциала) и психофизиологическим состоянием организма. В своей работе, представленной на заседании Санкт-Петербургского общества психиатров и невропатологов, И.Р. Тарханов сообщил, что любое раздражение, нанесенное человеку, через некоторое время скрытого периода вызывает сильное изменение уровня регистрируемых показателей. Причем наносимые раздражения необязательно связаны с кожей. **Даже мысленное выполнение арифметического действия вызывает значительные изменения кожного потенциала. При этом величина отклонения зависит от состояния испытуемого и глубины его воображения.** С развитием утомления величина ответной реакции значительно снижается.

В дальнейшем открытие, сделанное И.Р. Тархановым, нашло отражение в мировой литературе как феномен Тарханова, заключающийся в том, что с помощью чувствительного гальванометра измерялся электрический потенциал поверхности кожи при различных состояниях исследуемого организма. Параллельно с Тархановым, практически в одно и то же время, Ч. Фере выявил аналогичную зависимость в изменении кожного сопротивления. Такие ученые как, В.П. Горев (1943 г.), S. Duret, R. Duret (1956 г.) и др. провели сравнительную оценку двух методик измерения кожного сопротивления и кожного потенциала. S. Duret, R. Duret (1956 г.) на 25 испытуемых одновременно регистрировали КР и электрокожное сопротивление при различных звуковых, световых, болевых раздражителях. Ими было установлено, что формы кривой практически идентичны.

Так, в 1889 г. И.Р. Тарханов пришел к выводу, что потенциалы кожи возникают за счет отведения биотока от участков с разным количеством потовых желез. Для реализации своей идеи И.Р. Тархановым была предложена специальная методика отведения кожного потенциала. В качестве точек наложения электродов им были рекомендованы ладонная и тыльная поверхности кисти и предплечье человека. В основе механизма возникновения потенциала кожи, как считал И.Р. Тарханов, лежит изменение интенсивности выделения пота под влиянием центральной нервной системы. Несмотря на то что со дня первого серьезного изучения кожного потенциала прошло более 100 лет, вопрос механизма кожно-гальванического рефлекса остается довольно спорным.

Теория Тарханова о происхождении КР была поставлена под сомнение в 1963 г. (Zyerina, Skoril, Saurek). Изучая скорость распространения КР, они установили, что в верхних конечностях она составляет 154,9 см/сек, а в нижних - 71,6 см/сек. В связи с этими данными вполне оправдано предположение, что в основе возникновения КР не могут лежать обменные процессы, тем более функция потовых желез так как их выделительные процессы слишком инертны по сравнению со скоростью проведения КР. Независимость происхождения КР от функционального состояния потовых желез была продемонстрирована работами Wilcott (1957 г.).

Исследуя одновременно потоотделение, электросопротивление кожи и кожный потенциал с ладоней 35 испытуемых во время проведения тестов на устное решение математических задач, Wilcott и др. установили, что изменение электрокожного сопротивления

наступает раньше на 1,1 сек., чем потоотделение. Было установлено, что время запаздывания КР у одного и того же испытуемого практически постоянно.

Несмотря на ряд противоречащих и даже нередко исключаящих друг друга теорий о происхождении постоянного потенциала, вопрос об участии центрального нервного аппарата в этом процессе ни у кого не вызывает сомнений. **Кожная реакция тесно связана как с общим состоянием центральной нервной системы, так и различных ее отделов.** Регистрируя площадь описываемой кривой КР с обеих рук, Раевская и др. (1985 г.) выявили асимметрию в реакции. В спокойном состоянии, когда обследуемому предъявлялась серия фотовспышек, КР была более выражена на левой руке, а при отсчете временных интервалов в уме было больше показателей на правой руке. Это связано, по-видимому, с тем, что в данном случае преимущественно активизируется левое полушарие.

Исследования, проведенные в процессе перехода от бодрствования ко сну, показали, что в ходе засыпания фазическая активность кожно-гальванической реакции снижается, достигая минимума в период сна. Была сделана попытка изучения суточных ритмов электрокожного сопротивления с целью установления его периодичности. Так, Rytenfranz, Hellbrugge, Niggeschmid (1956 г.), исследуя суточную периодичность на 8 испытуемых, установили, что ритм колебаний этого сопротивления с 8 до 11 часов был значительно выше, а с 12-15 и 18-20 часов ниже среднего уровня. Суточные кривые электрокожного сопротивления детей в общем аналогичны кривым взрослых, хотя и были сдвинуты влево на 1-2 часа (у детей утренний максимум в 8 часов, у взрослых в 10 часов, дневной минимум, соответственно, в 12 и 14 часов). Максимальное «уплощение» кривой и наибольшая ее стабильность у детей наблюдалась в 20-22 часа, а у взрослых после 24 часов.

Кожная реакция - один из тех показателей, который является безотказным индикатором организма на новизну раздражителя. **КР возникает только в результате рассогласования поступившей информации с ожидаемой**, а не является результатом «раздражения» в обычном смысле этого слова. (Е.Н. Соколов, 1960, 1962 г.г.). На характер КР существенно влияют также возрастные и индивидуально-половые различия (Е.Н. Кутчак и др.). Изучая изменения сопротивления кожи человека в процессе его развития, установили, что минимальные цифры наблюдаются у новорожденных, а начиная с одного года кожное сопротивление постепенно увеличивается. В пожилом возрасте прослеживается снижение КР, которая достигает в старческом возрасте величины ненамного большей, чем у новорожденных.

Исследования В.Н. Мясищева (1929, 1936 г.г.) выявили прямую связь между величиной раздражителя и амплитудой КР. В то же время в работе А.И. Зингермана (1967 г.) была показана обратная зависимость между вероятностью появления сигнала и величиной кожно-гальванической реакции. Чем меньше вероятность его появления, тем больше ответная кожная реакция. **Кожная реакция сопровождает все психические процессы человека, особенно если они носят явную эмоциональную окраску.** Она является суммарным биологическим эффектом, характер которого определяется функциональным состоянием большого количества органов и тканей организма и **позволяет в отдельных случаях довольно тонко анализировать психофизиологические реакции человека** (А.К. Подшибякин, 1949, 1954 г.г.; И.А. Ветохин, Л.П. Ти-мофеева, 1957 г.).

В 1967 г. Lakié установил, что КР может отражать подготовку организма к предстоящему восприятию информации с учетом физиологических особенностей человека и характера мотиваций. **Изучение КР при различных степенях напряженности позволило выявить прямую зависимость величины изменения сопротивления кожи от величины эмоциональной напряженности.**

Кожно-гальваническая реакция может быть использована не только как индикатор эмоционального состояния человека, но и, при соответствующих условиях, позволяет определять его величину. Большому по социальной значимости раздражителю (при условии одинаковой эмоциональной устойчивости организма) будет соответствовать более выраженное проявление кожной реакции. В основе КР лежат нервные механизмы, отражающие, в конечном итоге, как величину раздражителя, так и вероятность его появления (энтропию).

Характер ответа КР во многом определяется функциональным уровнем системы регулирования, усталостью или бодростью человека наличием у него патологии.

Для оценки информативности КР использовались различные методические подходы. Изучалось время запаздывания (Dottow, 1967 г.), максимальная амплитуда (А.А. Крауклис, А.А. Алдерсонс, 1982 г.), длительность и площадь волн (П.В. Тараканов, 1982 г.). Каждый из способов имеет право на существование, хотя, на наш взгляд, измерение площади волн КР следует считать наиболее информативным показателем.

Одним из ведущих показателей состояния центральной нервной системы в оценке эмоционального напряжения является кожная реакция, в настоящее время выделяются два ее типа - фазическая и тоническая.

Фазическая КР (фаза - переменная величина) - это ответ центральной нервной системы на какой-то короткий ситуационный раздражитель, который называют реакцией на новизну информации. Но если подозреваемому беспрерывно говорить: «Ты изнасиловал», то после нескольких повторов ответная реакция начнет снижаться и вскоре прекратится вообще. Снижение показателей может наступать уже после четвертого-пятого предъявления. В основе этого явления лежит привыкание к значимому сигналу. Оно определяется уровнем мотивации в сокрытии информации, типом нервной системы человека, его функциональным состоянием.

Тоническая КР - это медленное изменение кожного сопротивления, или кожного потенциала (напряжения), которое характеризует нервно-эмоциональное состояние. Если человека неожиданно поместить в стрессовую ситуацию, то тоническая КР перестроится в течение двух-трех минут. Две-три минуты - это время запаздывания тонической реакции на эмоциональный раздражитель. Величина кожного сопротивления, которая реально наблюдалась в стрессовой ситуации, менялась от 300-600 кОм до 1-0,1 кОм.

Анализируя результаты исследований различных авторов по КР, мы видим, что в отдельных случаях при наблюдении за воздействием сравнительно одинаковых источников стресса на человека исследователи пришли к противоположным результатам. Для выявления причин противоречивости полученных результатов было проведено специальное исследование (В.А. Варламов, 1974 г.). В эксперименте участвовали две группы испытуемых: эмоционально устойчивые и эмоционально неустойчивые, т.е. неадекватно реагирующие на стресс. Тоническая и фазическая составляющие КР регистрировались на фоне постепенно возрастающей нервно-эмоциональной нагрузки (рис. 2.1). Было установлено, что тоническая составляющая КР с ростом эмоционального напряжения менялась однонаправленно (кожное сопротивление снижалось). В то же время фазическая КР имела двухфазную зависимость от величины эмоционального напряжения (см. рис. 2.1). На первом этапе выполнения задания наблюдалось увеличение частоты и амплитуды осцилляций фазической КР. Далее с продолжением увеличения эмоционального напряжения наблюдалось снижение амплитуды КР (точка М). Эти исследования еще раз подтвердили необходимость быть внимательным к функциональному состоянию человека при исследовании, стремиться оптимизировать его состояние, в противном случае данные полиграфной проверки могут быть неправильно (ошибочно) интерпретированы специалистом полиграфа.

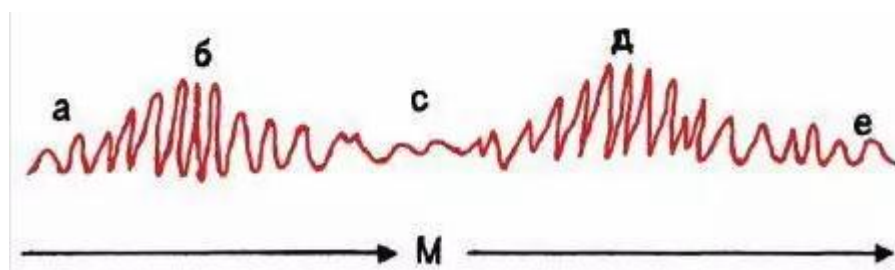


Рис.2.1. Измерение частоты и амплитуды КР при плавно нарастающем и плавно снижающемся эмоциональном напряжении: а - фон, б - максимальная ответная реакция на этапе увеличения эмоционального напряжения, с - минимальная реакция в момент максимального стресса, д - максимальная ответная реакция на этапе снижения эмоционального

напряжения, е - прекращение действия эмоционального раздражителя, М - максимальное эмоциональное напряжение

Анализ данных о механизме возникновения и регулирования кожной реакции, ее информативных признаков показал, что:

- тоническая кожная реакция является отражением глубинных процессов функциональной перестройки в центральной нервной системе;

- величина ответа кожно-гальванического рефлекса находится в прямой зависимости от новизны раздражителя, типологических особенностей высшей нервной деятельности, уровня мотивации обследуемого и его функционального состояния;

- **динамика показателей физической КР может быть критерием степени эмоционального перенапряжения функциональной системы человека. Если дальнейший рост эмоционального напряжения ведет к снижению физической КР, то это говорит о пределе функциональных возможностей обследуемого;**

- методики регистрации, измерения динамики кожного сопротивления, или потенциала кожи, с точки зрения информативности не имеют различия;

- информативные признаки кривой КР являются общими для любых периодических кривых.

При анализе КР необходимо учитывать характеристики подвижности нервной системы людей с учетом региональных и национальных особенностей. По кривой КР нельзя определить, представитель какой национальности проходит тестирование, но то, что он, например, представитель южных народов, темпераментный, с подвижной нервной системой, - определить можно.

Показатели, которые могут быть использованы для последующего анализа, представлены на рис. 2.2. К ним следует отнести время запаздывания реакции (отрезок аб). С момента предъявления стимулирующей информации обследуемому, время запаздывания реакции составляет в норме 1,2-3 сек. Длина восходящей кривой (отрезок бв) характеризует мощность активирующих процессов возбуждения. Нисходящая кривая (отрезок вг) - интенсивность включения тормозных процессов. Время, за которое реакция достигла максимума (t_1), определяет подвижность процессов возбуждения. Практически во всех случаях при анализе кривых КР измеряется максимальная высота кривой (h_1), отражающая силу эмоционального ответа центральной нервной системы обследуемого на предъявляемый стимул. Высокую информативность представляет площадь, замеренная под кривой (S). Она является интегральным показателем, объединяющим амплитуду (h_1) и общую длительность кривой ($t_1 + t_2$). Несет информацию и отрицательная фаза основной кривой (h_2).

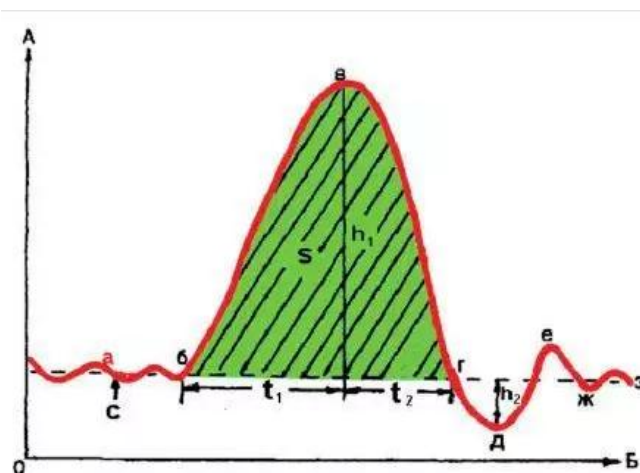


Рис. 2.2. Показатели, характеризующие кривую КР: А - амплитуда реакции, Б - время, С - стимул, а, б - время запаздывания реакции, б, в - длина восходящей кривой, в, г - длина нисходящей кривой, t_1 - время, за которое реакция достигла максимума, t_2 - время, за которое реакция пришла к исходному состоянию, h_1 - амплитуда кривой, S - площадь под кривой, Д - вершина отрицательной фазы кривой, h_2 - амплитуда отрицательной фазы кривой, е, з - затухающие кривые

Отрицательная фаза - это часть кривой, которая находится ниже нулевой линии и характеризует степень тормозных реакций центральной нервной системы, призванных для коррекции реакций возбуждения. Кривая отрицательной фазы (вершина Д) анализируется по тем же показателям, что и основная (по длительности амплитуды и т.д.), с той лишь разницей, что она характеризует тормозные процессы. **Чем больше амплитуда h2 в кривой отрицательной фазы, тем активней подключалась система, противодействующая, т.е. тормозящая, процессам возбуждения после их проявления.**

Состояние возбуждения, вызванное предъявленным стимулом, не может быть постоянным, бесконечным.

Включение механизмов торможения несет защитную функцию, так как длительное нахождение организма человека в состоянии возбуждения нежелательно, пагубно отражается на системе в целом.

Если тормозящий механизм очень мощный, то кривая проскакивает нулевой уровень и переходит в отрицательную фазу (рис. 2.3., кривая 1Б). Таким образом, **чем ярче у обследуемого выражена отрицательная фаза в кривой КР, тем больше возможности контролировать свое состояние в экстремальных условиях.** Однако следует помнить, что возможны исключения, связанные с индивидуальными особенностями обследуемого либо применяемой им техникой противодействия.

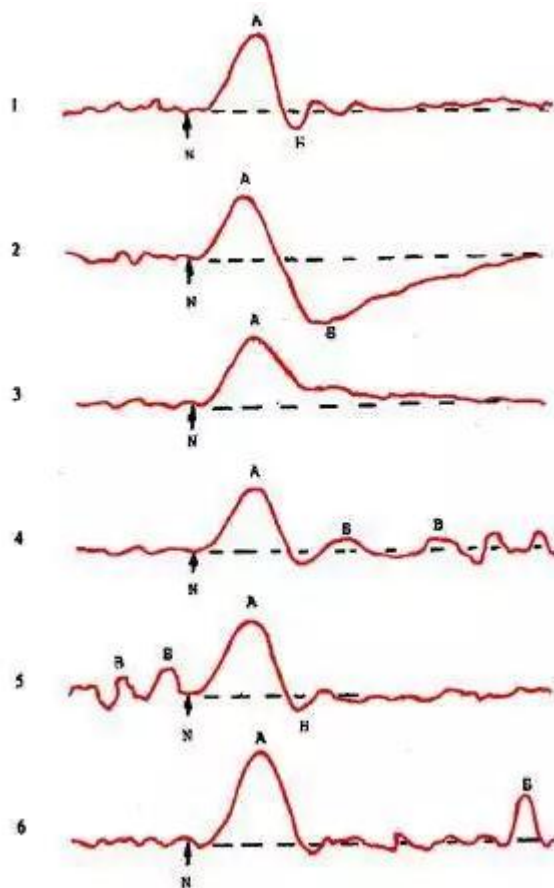


Рис. 2.3. Некоторые виды формы КР в фоне и после подачи стимула: N - стимул, А, Б, В, Г - вершины кривой, - - - - - изолиния

Нисходящая часть кривой является отражением включения тормозных процессов. Чем мощней этот процесс, тем быстрее компенсируется возбуждение и тем круче кривая стремится к изолинии (см. рис. 2.3, кривая 1Б). Если реакция КР положительная, т.е. кривая находится сверху от изолинии, то ее восходящая часть и амплитуда определяются процессами возбуждения. В норме баланс возбуждительно-тормозных процессов выражается соотношением 1,0: 1,2. **Тормозные процессы должны незначительно преобладать над процессами возбуждения, примерно на 5-10%. Наличие мощного тормозного процесса имеет большое значение для нормального функционирования нервной системы. Од-**

нако важную роль в реагировании на стимулирующую информацию играет и согласованность, сбалансированность, взаимодействие процессов возбуждения и торможения. При отсутствии сбалансированности и согласованности торможение, включенное однажды, очень долго будет воздействовать на организм человека, что тоже может привести к затруднениям при интерпретации полученных результатов. Это явление прослеживается на кривой 2Б (см. рис. 2.3). Возникшее возбуждение (вершина А) было компенсировано торможением (Б), которое не отключалось практически до конца регистрации реакции. На практике встречаются и противоположные реакции (см. рис. 2.3, кривая 3). Кривая от вершины А, вызванная повышенным возбуждением на стимул (N), очень медленно возвращается к исходному уровню. Это явление возможно в том случае, если ответный, тормозной процесс включается медленно, вяло, неадекватен силе процесса возбуждения. Отсутствие сбалансированности активирующих и угнетающих процессов прослеживается и на кривой 4 (см. рис. 2.3). После стандартного реагирования на стимул кривая не затухает и не возвращается к нулевой линии. На ней появляется несколько небольших всплесков, продолжающихся практически весь период измерения. Следует иметь в виду, что чем больше согласованность процессов возбуждения и торможения, тем меньше прослеживаются дополнительные вершины на кривой.

Система регулирования в организме устроена так, что постоянно существует определенный дисбаланс корректирующих процессов. Это связано с тем, что команды из центра о включении тех или иных реакций поступают с опозданием, а, следовательно, происходит их некоторое перерегулирование. На нашем примере (кривая 4) это явление прослеживается четко. После возрастания процесса возбуждения, приведшего к появлению вершины А, включаются тормозные реакции. Кривая резко снижается, достигая изолинии. К моменту поступления команды в центр о том, что процесс приведения реакции возбуждения к исходному базовому уровню закончен - поступит обратная команда - ослабить тормозные процессы. Пройдет время, кривая проскочит базовую линию (точки Б, В), будет подключена система, повышающая возбуждение, кривая пойдет вверх, стремясь достигнуть исходного уровня, затем опять за счет запаздывания команд произойдет проскакивание изолинии и т.д. В данном случае мы имеем дело с системой, которая постоянно находится в движении, никогда не останавливаясь. Амплитуда этих качаний тесно связана с величинами эмоционального напряжения и определяется общим функциональным состоянием обследуемого. Этим и объясняется появление дополнительных вершин на кривой или увеличение амплитуды уже существующих. На практике можно встретить увеличение как числа вершин, так и их амплитуды, хотя это явление не обязательно.

Возможны случаи, когда дополнительные вершины кривой более четко выражены в фоне до начала тестирования (см. рис. 2.3, кривая 5 вершины В и Б). После начала тестирования они резко уменьшаются или исчезают совсем. Это объясняется стрессом ожидания, в основе которого лежит дефицит информации о процедуре проверки. Данный тип реакции наблюдается у людей, для которых отсутствие (дефицит) информации, ее неопределенность вызывают большее эмоциональное напряжение, чем сама информация (кривая 5). Стресс ожидания может проявиться и в повторном появлении «вершин» на кривой (см. рис. 2.3, кривая 6Б). Этот ложный сигнал, не несущий информации на предъявленный стимул (вопрос), легко определяется, если ему предшествовал продолжительное время относительно ровный участок полиграммы.

Специалисту необходимо помнить, что запаздывание появления ответной реакции на предъявляемый вопрос лежит в пределах 1,2-3 сек. от момента осознания обследуемым предъявляемой ему информации, если запись результатов начинается после заданного вопроса. Поэтому ключевое слово в вопросе должно стоять в конце фразы. Например, можно построить фразу: «Вы убили женщину с ребенком?» Реакция КР может быть получена после слова «убили». В данном примере оно является основным (ключевым) в образовании эмоционального напряжения. Эту же информацию можно было предъявить обследуемому в другой последовательности: «Женщину с ребенком Вы убили?» В данном вопросе ключевое слово стоит в конце фразы. Ответная реакция на него проявится через 1,2-3 сек. Если ответная реакция на кривой КР будет наблюдаться через 4-6 сек. или более, то она вызвана

не предъявленным стимулом, а ассоциативным воспоминанием о событиях, связанных с прошлым. В случае, если основная информация, заложенная в предъявленном вопросе, и ассоциативная осознается обследуемым с небольшими временными задержками, кривая может иметь несколько вершин (рис. 2.4, А, Б).

Например, данная реакция может быть в том случае, если у гражданина М, ранее судимого за изнасилование, при предъявлении значимого вопроса начинается обычная реакция через 1,2-2 сек. после ключевого слова, а в это мгновение он вспомнит место лишения свободы, где ему, по стечению обстоятельств, чудом удалось остаться живым. Эта информация является тем стимулом, который вызывает дополнительное эмоциональное напряжение. Возможно, что эти воспоминания могут быть несколько затянуты во времени. В таком случае наблюдается вторая, довольно мощная вершина (см. рис.2.4, кривая 3Б). В данном примере с гражданином М возможны случаи, когда после ключевого слова он сначала вспомнит события на зоне (см. рис. 2.4, кривая 4А) и потом совершенное им очередное преступление (кривая 4Б).

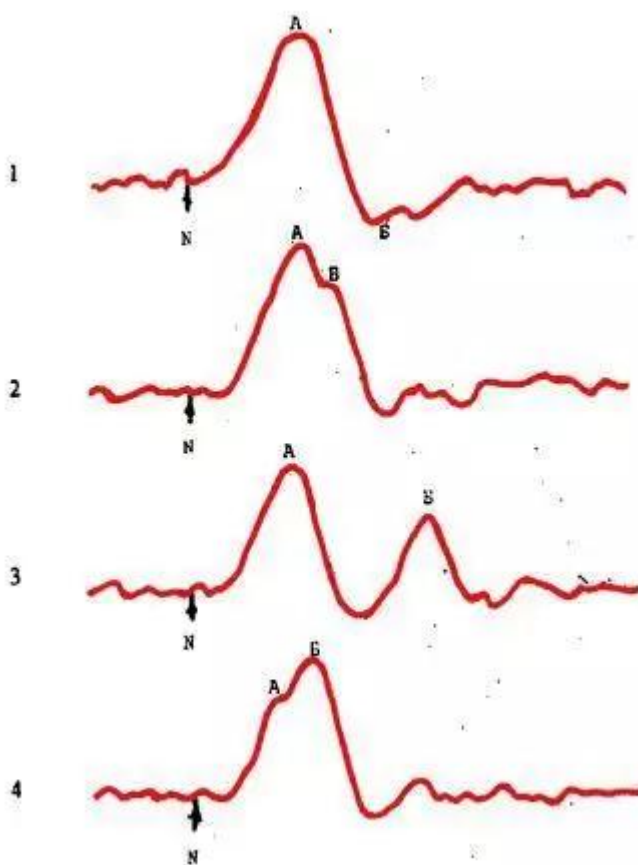


Рис. 2.4. Различные формы реакции КР в ответ на предъявляемый стимул: N - стимул; А, Б - вершины кривой

Источник <http://www.antey-group.ru/chapter2subchapter3section1.html>