

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА И ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОДАРЕННОСТИ

И.А. Дубынин (Иркутск)

Аннотация. В статье рассматривается психофизиологическая основа и подходы к изучению интеллектуальной одаренности. Анализируются работы, посвященные психофизиологическим методам исследования одаренности.

Ключевые слова: психофизиологическая основа, интеллектуальная одаренность, психофизиологические методы, интеллект, мозговые структуры.

В плане изучения физиологических основ одаренности психологами традиционно в качестве ключевого рассматривался вопрос соотношения наследственных и социальных факторов в развитии одаренности. Идею наследования интеллекта связывают с работами выдающегося ученого-антрополога Ф. Гальтона [3]. В своем исследовании он пытался доказать тезис наследственной обусловленности интеллектуальной одаренности. Позже некоторые авторы демонстрировали противоположную позицию. Так, например, В. Оствальд [10] говорил о решающей роли в становлении интеллектуальной одаренности социальных факторов. Родоначальник культурно-исторического подхода в отечественной психологии Л.С. Выготский [2] осуждал любые дуалистические тенденции рассмотрения процесса развития человека.

Известный современный психолог Г. Айзенк [1], исследующий интеллект, в явном виде подчеркивает различие между «биологическим», «психометрическим» и «социальным» интеллектом. Он считает, что попытки нахождения физиологических причин заключаются в подтверждении врожденных различий в умственных способностях. Г. Айзенк пишет о том, что недавние исследования действительно начали идентифицировать эти физиологические механизмы. При этом они дают наиболее убедительное и современное доказательство правоты генетической модели интеллекта. Здесь мы позволим себе заметить, что подобные утверждения снова склоняют психологию к порочному дуализму мозг–психика. Мы солидарны с представителями культурно-исторической теории, которые считают, что *все формирующиеся с начала онтогенеза человека мозговые структуры уже с самого начала погружения ребенка в окружающую среду представляют собой сплав биологического и социального, и этот сплав, в конечном счете, выражается только в форме психофизиологических процессов.*

В течение многих лет считалось, что с возрастом мозговые процессы постепенно теряют способность к нейронным перестройкам. Однако современные данные продемонстрировали, что нейронная пластичность возможна и во взрослом состоянии. Исследования в нейрофизиологии показывают, что формирование нейронных структур – это самоорганизованный и самообусловленный процесс, который в равной степени зависит от наследственных и средовых факторов. В частности, в

одной из последних работ английских ученых приводится психофизиологическое исследование памяти лондонских водителей такси. Интересно, что у тех людей, которые имели значительный стаж работы таксистом и, соответственно, очень хорошо ориентировались в расположении и названии улиц, обнаруживались при томографическом сканировании большие размеры гиппокампальных структур, чем у остальных.

Признавая значимость вопроса влияния наследственности и среды на формирование интеллектуальной одаренности, мы все же концентрируем свое внимание на изучении уже имеющихся у человека особенностей психофизиологических процессов. Понятно, что значительные врожденные различия степени развития мозговых структур, описанные, например, в работах А.Н. Лебедева [6] и других, не могут быть компенсированы средовыми факторами. Однако эти же исследования показывают, что интеллектуальная одаренность не может быть объяснена с позиций равномерного пропорционального развития мозговых структур. Интеллект не может сводиться к определенной мозговой структуре, поскольку он предполагает целый набор характерных индивидуальных особенностей. Значительное врожденное развитие, скажем, первичной зрительной зоны (17-го поля, по Бродману) или латерального колленчатого тела еще не гарантирует формирования высокого интеллекта. Эффективность в достижении результатов определяется характеристиками функциональной системы, которая, в свою очередь, обеспечивается слаженным индивидуальным ансамблем мозговых структур. Как мы уже отметили, современные нейрофизиологические исследования показали, что не имеет смысла прямо связывать с наследственностью развитие тех или иных мозговых структур у взрослого человека. Их формирование происходит постоянно, в течение всей жизни человека.

Таким образом, мы полагаем, что можно на время абстрагироваться от проблемы врожденности/приобретенности интеллекта, а сосредоточиться на задаче выявления уже сформированных на момент исследования психофизиологических структур, ответственных за интеллектуальную деятельность, с помощью электрофизиологических методов.

Первая волна исследований, посвященных поиску электроэнцефалографических (ЭЭГ) коррелятов интеллектуальной деятельности, наблюдалась в 1960-х гг.

Этому вопросу было посвящено довольно много работ, обзор которых дан Р.Дж. Эллингом [14]. К сожалению, исследователям того времени так и не удалось получить надежные и повторяемые результаты, которые бы позволили сделать хоть сколько-нибудь определенные выводы о связи показателей ЭЭГ с интеллектом.

Представляют интерес исследования, проведенные советским ученым В.Д. Небылицыным [9]. Он выдвинул предположение, что нейрофизиологическую основу проявлений индивидуальных особенностей человека, в частности его интеллекта, следует искать в общих свойствах центральной нервной системы, а именно в параметрах деятельности регуляторного аппарата мозга. В.Д. Небылицын рассматривал интеллектуальную деятельность в связи с параметрами общей активации. Эта проблема широко обсуждалась в психофизиологии в связи с изучением соотношения психофизиологических показателей. В.Д. Небылицын посчитал необходимым выделить так называемую умственную активность, которая, по его мнению, должна иметь специфические ЭЭГ корреляты. Он опирался на ряд исследований [11, 12] о роли лобно-ретикулярной системы в регуляции активности сложных психических процессов.

В.Д. Небылицыным были обнаружены значимые корреляты умственной активности в виде следующих показателей: суммарной энергии бета 2 (21–30 Гц) ритма, коэффициента периодичности автокорреляционной функции (АКФ), определяемой как отношение средней мощности периодической составляющей к средней мощности случайной составляющей для 10 с отрезков ЭЭГ. Также были обнаружены тенденции к связи с умственной активацией показателя асимметрии единичных волн (разностное отношение между длительностью восходящей и нисходящей фаз 10 с отрезков ЭЭГ), дисперсии ЭЭГ (определяемой как средняя величина мгновенных значений амплитуд ЭЭГ), а также суммарной энергии в диапазоне дельта (1–3 Гц) ритма лобного отведения.

Показатели умственной активности определялись данным автором при письменном решении испытуемыми специально подобранных арифметических задач. В качестве характеристик активности выбирались различные критерии добровольного стремления испытуемых к интеллектуальной нагрузке (стремление к разнообразию, новизне, умственному напряжению и т.д.).

Оказалось, что в качестве электрофизиологических признаков умственной активации могут выступать десинхронизация и увеличение частоты мозговой ритмики преимущественно в лобном отделе головного мозга. Гипотеза В.Д. Небылицына о том, что нейрофизиологической основой индивидуальных различий по уровню умственной активации являются особенности деятельности лобно-ретикулярной системы головного мозга, хорошо согласуется с современными данными, полученными в исследованиях Э. Голдберга [4].

Э. Голдберг показал особую роль префронтальной коры в обеспечении целенаправленного поведения, ко-

торая служит координатором и «дирижером» всего мозгового «оркестра». Лобные доли содержат богатейшие двунаправленные связи со многими корковыми и подкорковыми структурами мозга, в том числе с ретикулярной формацией, которая является для них своеобразной «батареей», обеспечивающей заряд активности.

С другой стороны, В.Д. Небылицын был весьма осторожен в своих выводах. Рассуждая о предполагаемой нейрофизиологической основе умственной активности, он писал: «Не следует, однако, считать, что эта основа носит одномерный характер, т.е. представляет собой единственный физиологический параметр или какое-то одно свойство нервной системы. Скорее всего, конечная индивидуальная характеристика умственной активности определяется несколькими такими параметрами, несколькими общими свойствами нервной системы в их сочетаниях» [9, с. 193].

В последние годы А.Н. Лебедевым и др. [6] активно разрабатывается волновая теория деятельности мозга, в рамках которой авторами была выдвинута гипотеза наличия специфического нейронного кода, представляющего собой «язык» мозговых процессов и находящего отражение в волнах ЭЭГ. Авторы полагают, что некоторые параметры ЭЭГ линейно и достоверно связаны с интеллектуальной одаренностью. Было выдвинуто предположение, что различия в интеллектуальной одаренности должны обнаруживаться в ЭЭГ не только при выполнении когнитивных задач, но прежде всего в обычном, спокойном состоянии. Эти предположения базируются на работах академика М.Н. Ливанова [7, 8], который показал связь между мозговой активностью при различных психических процессах и когерентностью биоэлектрической активности в соответствующих зонах мозга. Таким образом, в качестве наиболее информативного показателя А.Н. Лебедевым и соавт. выделялись признаки согласованности (корреляции) волновых процессов в различных областях мозга. Далее самые дискриминативные параметры ЭЭГ включались в уравнение множественной линейной регрессии, с помощью которого производилась предикция интеллектуальной одаренности. А.Н. Лебедев и др. [6] сообщают об удовлетворительной способности предсказания интеллектуальной одаренности подобными регрессионными моделями.

Полный обзор первых исследований корреляций между параметрами вызванных потенциалов и интеллектом сделан Ч. Шагасом [13] в его ставшей теперь классической монографии, которая посвящена психофизиологическому изучению возможностей метода вызванных потенциалов. Остановимся чуть подробнее на некоторых особенно интересных работах.

Чолки и Эртлем (цит. по: [14]) было проведено исследование связи латентных периодов зрительных вызванных потенциалов и уровня интеллекта. Выборку из 33 испытуемых они разделили на три группы в зависимости от значений коэффициента IQ: умственно отста-

лые, нормальные и высокоинтеллектуальные. Используя биполярный способ регистрации при оригинальной схеме расположения электродов, данным авторам удалось обнаружить значимую обратную связь между пиковой латентностью компонентов зрительного вызванного потенциала в области от 142 до 374 мс и уровнем IQ. Повторные исследования подтвердили наличие статистически значимой отрицательной корреляции между значениями IQ и латентными периодами зрительного вызванного потенциала.

Так, например, Эртль и Шейфер в своей работе использовали обширную выборку из 567 школьников 2–8-х классов. Ими был обнаружен значимый отрицательный коэффициент корреляции между IQ, измеренным тестами Векслера, и средними значениями латентных периодов 77, 120 и 187 мс зрительного вызванного потенциала. Коэффициент корреляции находился в пределах от $-0,28$ до $-0,35$.

Шукард (цит. по: [14]) регистрировал зрительные вызванные потенциалы (ВП) в различных экспериментально контролируемых условиях и сопоставлял параметры ВП (латентность и амплитуду) с результатами по тестам умственных способностей. Он исследовал более 100 человек в экспериментальных ситуациях, различающихся по степени общей активации. В одном случае испытуемые должны были выполнять тест на время реакции. При этом активация была наибольшей. В другом эксперименте предполагалось, что активация находится на среднем уровне, когда испытуемые просто производят подсчет предъявляемых стимулов. И, наконец, последний, наименьший уровень активации создавался у испытуемых, находящихся в состоянии релаксации. В целом Шукард также выявил отрицательные корреляции между длительностью латентного периода зрительного вызванного потенциала и умственными способностями, которые были наибольшими (по модулю) в группе с наименьшим уровнем активации.

Позднее некоторые авторы, в частности Ч. Шагас, исследуя связь параметров зрительного вызванного потенциала и IQ, получили обратные результаты. В группе психически здоровых испытуемых показатель IQ, измеренный по тесту Векслера, положительно коррелировал с латентными периодами зрительного вызванного потенциала (в интервале от 0,46 до 0,75).

Другими авторами были обнаружены интересные закономерности при изучении характеристики стабильности вызванного потенциала. Так, например, отмечалась меньшая вариабельность слуховых вызванных потенциалов на два звуковых тона у испытуемых с более высоким интеллектом.

Г. Айзенк – один из выдающихся современных исследователей – подчеркивал важность изучения психофизиологических основ интеллекта. В обзоре литературы, сделанном сравнительно недавно, он дал предварительный анализ работ, посвященных этой проблеме. Мы не будем останавливаться на представленных Г. Айзенком иссле-

дованиях, где используются вегетативные показатели: измерение времени реакции, кожно-гальванической реакции и других, поскольку они все-таки являются косвенными и неспецифическими для нашей задачи. Рассмотрим лучше наиболее интересные из еще не затронутых нами работ, которые связаны с регистрацией ВП мозга.

Так, исследования Д. Хендриксона и А. Хендриксона (цит. по: [1]) привели к созданию оригинальной парадигмы, объединяющей ранние работы по изучению связи между характеристиками вызванных потенциалов и интеллектом. А. Хендриксон предположил, что при обработке информации корой головного мозга происходят ошибки, связанные, возможно, с процессами в синапсах. Чем больше количество ошибок, тем ниже IQ. Для оценки степени верности обработки информации были предложены две характеристики вызванного потенциала: изменчивость и конфигуративная сложность, которые, как предполагалось, выражают погрешности прохождения нервных импульсов в виде сглаживания волн вызванного потенциала. Д. Хендриксоном и другими был проведен ряд исследований, подтверждающих теоретические представления А. Хендриксона. Привлечение критерия изломанности ВП позволило достичь коэффициента корреляции 0,8, т.е. такого же порядка, как корреляция между тестами интеллекта.

Г. Айзенк пишет: «Была обнаружена конкретная, измеряемая биологическая основа IQ ... Больше невозможно постулировать теорию интеллекта, которая игнорирует его биологическую основу или исходит из того, что наблюдаемые различия в умственных способностях являются полностью или преимущественно следствием культурных, социальных и образовательных влияний» [1, с. 131].

Е. Шафер предложил несколько иную теорию. Он предположил, что индивидуальные различия в модуляции биоэлектрической мозговой активности новыми или неожиданными стимулами связаны с различием по уровню интеллекта. Его гипотеза заключается в том, что эффективно функционирующий мозг нуждается в меньшем количестве нейронов для обработки уже известных стимулов, в то время как появление нового стимула вызывает активацию большего количества нейронов. Таким образом, по мнению данного автора, уровень IQ связан с эффективностью работы мозга, которую можно оценить по амплитуде вызванного потенциала на различные по степени новизны стимулы. Измерения Е. Шафера основаны на оценке нервной адаптивности с помощью сопоставления индивидуальных средних амплитуд вызванного потенциала в ответ на серии неожиданных и ожидаемых стимулов.

Индивид с высоким интеллектом и, соответственно, высокой нервной адаптивностью будет обнаруживать более быстрое привыкание к стимуляции, т.е., по сути, более быстрое затухание ориентировочной реакции. Это должно отразиться в более низкой амплитуде вызванного потенциала. С другой стороны, тот же индивид

будет с большей интенсивностью воспринимать неожиданные стимулы, что, напротив, вызовет повышение амплитуды ВП. В предпринятом Е. Шафером и др. исследовании высказанные предположения получили некоторое подтверждение. Коэффициент корреляции между IQ и показателями амплитуды вызванных потенциалов достигал 0,8.

В целом литературный обзор работ в области поиска возможной связи между интеллектом и электрофизиологическими параметрами, такими как электроэнцефалограмма и вызванный потенциал, показывает, что последние действительно содержат определенную информацию о высших интегративных процессах головного мозга. При этом параметры даже «элементарных» сенсорных вызванных потенциалов, похоже, отражают эффективность общесистемной мозговой деятельности, которая выражается на поведенческом уровне в успешности выполнения испытуемыми заданий теста и составляет психометрический интеллект (IQ).

К сожалению, методические недостатки ранних работ: несовершенство регистрирующей аппаратуры, способов обработки данных, неучет множества переменных, потенциально влияющих на электрофизиологические показатели и др., не позволили получить устойчивых результатов. Проведение повторных исследований часто давало неопределенные, противоречивые, а порой и отрицательные результаты. Основная причина неудач, однако, нам видится не только в перечисленных выше недостатках. Чуть позже мы остановимся на этом подробнее.

Более поздние исследования, подкрепленные теоретическим фундаментом достижений нейрофизиологии, а также более совершенные в методическом плане, позволили выявить ряд интересных закономерностей.

Эвристичны, на наш взгляд, представления о связи IQ с точностью и скоростью обработки информации в нейронных сетях, с участием высших координирующих центров префронтальной коры, с ролью активизирующих мозговых систем, с наличием специфических паттернов согласованной активности различных отделов мозга.

Рассмотренные нами работы очень продуктивны в плане разнообразия теоретических и методологических подходов, подкрепляемых соответствующими исследованиями. Очень примечательно, что явно намечается поворот в психофизиологических исследованиях интеллектуальной одаренности от чисто феноменологического подхода, когда осуществляется лишь констатация фактов обнаружения особенностей электроэнцефалограммы или вызванных потенциалов у людей с высоким интеллектом, к фундаментальному подходу с привлечением гипотез о физиологических механизмах феномена интеллектуальной одаренности.

Однако приходится констатировать, что уровень разработки проблемы психофизиологических коррелятов интеллектуальной одаренности в настоящее время находится на стадии продуцирования и проверки различных гипотез, каждая из которых в основном затрагивает определенную ограниченную область приложения. Приходится признать, что задача диагностики уровня интеллектуальности на базе психофизиологических показателей еще очень далека от своего решения и, соответственно, использования в повседневной работе психолога.

Основная ошибка большинства работ, по нашему мнению, заключается в поиске простого электрофизиологического критерия (критериев), однозначно отражающего уровень развития «непростого» интеллекта.

При использовании в качестве стимулов простых сенсорных раздражителей, таких как тоны, щелчки, вспышки, возможности обнаружения в вызванных потенциалах мозговых событий, связанных с когнитивной деятельностью, ограничены, поскольку восприятие и последующая обработка таких стимулов возможны без участия новой коры [5, с. 281]. Исключение составляют экспериментальные ситуации, когда простые стимулы служат сигналами для испытуемого, например классическая методика регистрации когнитивного потенциала Р300.

Тем не менее использование простых стимулов не лишено смысла для диагностики и прогноза интеллектуального развития у детей раннего возраста. Еще Л.С. Выготский говорил о том, что в раннем возрасте большое значение имеют именно первичные сенсорные зоны коры, которые в последующем определяют развитие «высших зон». Современные исследователи отмечают, что «недоразвитие “низших” зон неизбежно вызывает в виде вторичного системного эффекта недоразвитие более высоких, надстроенных... образований» [5, с. 115]. У взрослых же, напротив, ведущее значение имеют «высшие» зоны, поражение которых может влиять на элементарные функции восприятия.

По-нашему мнению, фокус психофизиологических исследований интеллектуальной одаренности должен быть сосредоточен на изучении уже в значительной степени сформированной системы структур высших функций. Предполагается, что будет целесообразным применять более сложные стимулы или организовать экспериментальную ситуацию таким образом, чтобы задействовать те мозговые структуры, которые занимают «верхние этажи» в иерархии мозговых зон. При этом необходимо помнить, что в реализации поведения и высших форм сознательной деятельности важны не конкретные структуры, а их слаженный ансамбль – функциональная система.

Литература

1. Айзенк Г., Кэмин Л. Природа интеллекта – битва за разум. М.: ЭКСМО-Пресс, 2002.
2. Выготский Л.С. Сознание как проблема психологии поведения. М.: Педагогика, 1982. Т. 1.

3. Гальтон Ф. Наследственность таланта: законы и последствия. М.: Мысль, 1996.
4. Голдберг Э. Управляющий мозг. М., 2003.
5. Естественные-научные основы психологии. М.: Педагогика, 1978.
6. Лебедев А.Н., Артеменко О.И., Белехов Ю.Н. Диагностика интеллектуальной одаренности // Труды Института психологии РАН. М.: ИПРАН, 1997. Вып. 2.
7. Ливанов М.Н. Пространственная организация процессов головного мозга. М., 1972.
8. Ливанов М.Н. Пространственно-временная организация потенциалов и системная деятельность головного мозга // Избранные труды. М.: Наука, 1989.
9. Небылицын В.Д. Проблемы психологии индивидуальности // Избранные психологические труды. М.; Воронеж, 2001.
10. Оствальд В. Великие люди. СПб., 1990.
11. Поляков Г.И. Лобные доли и регуляция психических процессов. М.: Изд-во МГУ, 1966.
12. Френч Д. // Ретикулярная формация мозга. М.: Медицина, 1962.
13. Шагас Ч. Вызванные потенциалы в норме и патологии. М.: Мир, 1975.
14. Ellingson R.J. Relationship between EEG and intelligence: a commentary // Psychol. Bull. 1996. P. 91–98.

PSYCHOPHYSIOLOGICAL BASIS AND APPROACHES TO RESEARCH OF INTELLECTUAL CLEVERNESS

I.A. Dubynin (Irkutsk)

Summary. To research of intellectual cleverness are studied. The analysis of works is given. The ways of own research are scheduled.

Key words: psychophysiological approaches, intellectual cleverness, intellect.