Ананьев В.Н.¹, Ананьева О.В.², Семизоров Е.А.³

Педагогическая физиология доминанты А.А. Ухтомского при функционировании зеркальных нейронов мозга

¹ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем РАН
(Россия, Москва)

²Тюменский государственный медицинский университет
(Россия, Тюмень)

³Государственный аграрный университет Северного Зауралья
(Россия, Тюмень)

doi: 10.18411/lj-02-2021-117

idspr: ljjournal-02-2021-117

Аннотация

Увеличение объема информации в образовательном процессе требует разработки новых педагогических подходов в обучении. Поэтому, мы предлагаем для применения в образовании новый метод в виде педагогической физиологической доминанты, что объединяет применение педагогических методов в образовании и физиологических механизмов работы мозга. Анализ учения А.А.Ухтомского о доминанте показал, что зеркальные нейроны активно функционируют только при выраженной доминанте. Зеркальные нейроны и принцип их работы направлен на достижение конечно полезного результата деятельности организма животных и человека, что определяется степенью выраженности доминанты. В работе показано новое свойство формирования доминанты, которое не изучал академик А.А. Ухтомский, которое заключается в том, что доминанта может формироваться или усиливаться в результате работы зеркальных нейронов.

Ключевые слова: педагогическая физиология доминанты, зеркальные нейроны, доминанта А.А. Ухтомского, студенты, педагогические методы обучения.

Abstract

Increasing the amount of information in the educational process requires the development of new pedagogical approaches in teaching. Therefore, we propose for use in education a new method in the form of a pedagogical physiological dominant, which combines the use of pedagogical methods based on the physiological mechanisms of the brain. The analysis of A. A. Ukhtomsky's teaching about the dominant showed that mirror neurons function actively only with a pronounced dominant. Mirror neurons and the principle of their work is aimed at achieving a naturally useful result of the activity of the animal and human body, which is determined by the degree of severity of the dominant. The paper shows a new property of dominant formation, which was not studied by Academician A. A. Ukhtomsky, which is that the dominant can be formed or strengthened as a result of the work of mirror neurons.

Key words: pedagogical physiology of the dominant, mirror neurons, dominant A. A. Ukhtomsky, students, pedagogical teaching methods.

Введение.

В последнее время значительно возрос объем информации в образовательном процессе, поэтому требуется разработка новых научных педагогических подходов в обучении. Новые подходы в педагогике должны основываться на реальных физиологических механизмах работы высшей нервной деятельности. Согласно учению академика А.А. Ухтомского [1, 2] целостная деятельность мозга основывается на принципе доминанты. Доминанта обеспечивает включение в работу всех систем организма и направлена на достижения какой либо цели или физиологической потребности. Зеркальные нейроны [3, 4], по нашему мнению, являются одними из структур мозга, которые способствуют формированию доминанты. Но при анализе

литературных источников мы не нашли ни одной работы, в которых бы изучали роль доминанты и зеркальных нейронов в педагогическом процессе [5, 6]. Поэтому, мы и представили в нашей работе для применения в образовании новый метод в виде педагогической физиологической доминанты на основе работы зеркальных нейронов [6], что объединяет педагогические методы преподавания с физиологическим анализом работы высшей нервной деятельности (рис.1).

Рис.1 Принцип доминанты академика А.А. Ухтомского [1, 2]

Открытие зеркальных нейронов [3, 4] произошла случайно, исследователи хотели лучше изучить работу уже давно известных, так называемых, командных нейронов, активирующихся только при выполнении обезьяной определенных действий (например, собирание предметов, захват рукой различных объектов и т.п.). Но неожиданно для себя эти ученые обнаружили, что нейроны, которые начинают разряжаться при выполнении обезьяной определенного действия, активируются и тогда, когда обезьяна просто видит, как кто-то другой выполняет это, же самое действие, причем именно целенаправленное действие, а не просто движение [3].

Рис.2 Активация нейронов коры мозга человека, обезьяны и собаки при кусании [3, 4].

В дальнейшем были проведены исследования на человеке. При помощи функциональной магнитно-резонансной и позитронно-эмиссионной томографии, а также магнито- и электроэнцефалографии. Несколько независимых исследовательских групп подтвердили существование в коре головного мозга (нижняя лобная кора и нижняя теменная доля) областей, которые активируются как при выполнении человеком определенных действий, так и тогда, когда этот человек просто смотрит, или воображает, как эти действия выполняет кто-то другой (рис.2) [7]. Эти области головного мозга, вероятно, могут содержать зеркальные нейроны (ЗН), и поэтому были названы системой ЗН (СЗН) человека [7].

Позже (Keysers) и коллеги показали, что и у людей, и у обезьян зеркальные системы активируются также и на звук действий [8].

Считается, что ЗН помогают понять поведение другого животного. Есть, например, ЗН, которые активируются не только тогда, когда обезьяна рвет бумагу, но и тогда, когда слышит, как это делает человек [9]. Этот факт позволил предположить, что ЗН кодируют абстрактные понятия вне зависимости от того выполнено ли это действие обезьяной или другим субъектом [3, 4], а также независимо от вида эффектора, с помощью которого получена информация.

Принцип зеркальности в поведении системы определенных нейронов значительно облегчает объяснение и помогает понять внутреннюю логику механизмов сложной имитации, абстрактного мышления, эмпатии, обучения, понимание мыслей и намерений другого индивида [10]. В нем исключается сложнейшая аналитическая работа с перебором различных вариантов и оценкой всевозможных исходов наблюдаемых действий. Зеркальные нейроны могут быть важными для понимания действий других людей и для изучения новых навыков при помощи имитации. Некоторые исследователи также думают, что СЗН могут моделировать наблюдаемые действия, и, таким образом, вносить свой вклад в теорию мышления [11, 12], в то время как другие связывают функции ЗН с языковыми способностями.

Применение томографии к первичной моторной коре может привести к, так называемым, вызванным моторным потенциалам, т.е. мышечной активности, которую можно измерить с помощью электромиографических электродов. Ряд исследователей смогли представить данные о том, что наблюдение за действием, включающим подобные мышечные сокращения, способствуют регистрации вызванных моторных потенциалов. Это доказывает тот факт, что и у людей наблюдение за выполнением действия других индивидов модулирует нейроны, участвующие в выполнении подобных действий [13].

Авторами было обнаружено, что у определенных нейронов есть "антизеркальные" свойства. Вместе с ЗН они помогают головному мозгу выполнять внутреннее подражание действий других людей, блокировать двигательную активность собственного организма и различать, кто выполняет действие: сам организм или наблюдаемый субъект. Данные нейроны находятся в медиальных отделах верхней лобной извилины и осуществляют контроль зеркальной системы.

Доминанта, по мнению Ухтомского [1, 2], есть комплекс определённых симптомов во всём организме, в мышцах, в секреторной работе, в сосудистой деятельности. Она представляется не как топографически единый пункт возбуждения в центральной нервной системе, но как «определённая констелляция центров с повышенной возбудимостью в разнообразных этажах головного и спинного мозга, а также в автономной системе».

Роль нервного центра может существенно изменяться: из возбуждающей становится тормозящей. В различных ситуациях нервный центр может приобретать разное значение в физиологии организма. «Вновь приходящие волны возбуждения в центрах будут идти по направлению главенствующего сейчас очага возбуждения».

Ухтомский считал, что доминанта способна трансформироваться в любое «индивидуальное психическое содержание». Однако доминанта не является прерогативой коры головного мозга, это общее свойство всей центральной нервной системы. Он видел разницу между «высшими» и «низшими» доминантами. «Низшие» доминанты носят физиологический характер, «высшие» — возникающие в коре головного мозга — составляют физиологическую основу «акта внимания и предметного мышления» [1].

Многочисленные исследования, проведённые Ухтомским, его коллегами и независимыми учёными свидетельствовали о том, что доминанта играет роль общего рабочего принципа нервных центров.

Для Ухтомского доминанта была тем, что определяет направленность человеческого восприятия. Доминанта служила тем самым фактором, который интегрирует ощущения в целую картинку. Ухтомский считал, что все отрасли человеческого опыта, в том числе и наука, подвержены влиянию доминант, при помощи которых подбираются впечатления, образы и убеждения. Чтобы овладеть человеческим опытом, чтобы овладеть самим собою и другими, чтобы направить в определённое русло поведение и саму интимную жизнь людей, надо овладеть физиологическими доминантами в себе самих и окружающих.

Свойства доминантного центра заключаются в повышенной возбудимости, способности к суммации, возбуждение характеризуется высокой стойкостью (инертностью), способностью растормаживаться (рис.1).

Поэтому, наша работа и была посвящена механизмам регуляции организма на основе учения о доминанте А.А. Ухтомского и функционировании зеркальных нейронов при их взаимодействии [1, 4].

Методы исследования. Был проведен анализ работ академика А.А. Ухтомского о доминанте и работ по функционированию зеркальных нейронов [1, 4]. Нами проведен анализ методов обучения студентов, их успеваемость при обучении, анализ применения компьютеров в образовательном процессе, анализ эффективности успеваемости при выполнении научно-исследовательских курсовых работ студентов. Анализ эффективности физических нагрузок и их влияние на физическую работоспособность студентов. Анализ научных данных о физиологических свойствах работы зеркальных нейронов [4] и научный синтез учения о доминанте и влиянии работы зеркальных нейронов в структуре доминанты [1].

Результаты анализа и обсуждение. Работа организма заключается в выработке доминанты (желания, цели действия, удовлетворении физиологических потребностей в виде пищевой доминанты, половой доминанты, рефлекса самосохранения и у человека есть рефлекс цели). Что бы доминанта удовлетворилась она должна обладать эфферентными двигательными путями, мышцами. Как писал академик И.П. Павлов [14], борьба доминант за мышечные исполнительные пути наиболее затратный механизм в центральной нервной системе. Если доминанта захватывает двигательные мышечные пути, она начинает осуществляться, после достижения цели доминанта исчезает на время, пока организм будет осуществлять следующие доминанты [14]. Новые данные о работе мозга как работа зеркальных нейронов [4] позволило существенно дополнить модель работы доминанты. В нашей работе мы впервые связали в один функциональный комплекс физиологическую роль доминанты и работу зеркальных нейронов. Зеркальные нейроны записывают и передают в мозг в виде динамического стереотипа всю последовательность сокращения мышц, когда человек (или животное) наблюдает, что делает другой человек. Таким образом, природа заложила в мозг автоматическую систему обучения вплоть до быстрого повторения сложных мышечных движений даже только после просмотра, как эти движения делает другой человек (или животное) за счет работы зеркальных нейронов. Но возникает

вопрос, тогда человек должен как попугай все бесконечно повторять, глядя на окружающих.

В нашей работе мы проанализировали различные механизмы работы центральной нервной системы и пришли к выводу, что работа зеркальных нейронов подчиняется функции доминанты. Если есть доминанта, например пищевая, человек или животное направит мышечную деятельность на удовлетворение этой цели, а зеркальные нейроны включают раннюю записанную программу маршрута движения в виде последовательного сокращения мышц. В результате доминанта приведет человека в ресторан, а собаку, видимо, к тому месту, где она ранее получала пищу. Значит, зеркальные нейроны это помощники в работе доминанты А.А. Ухтомского.

В нашей работе мы впервые проанализировали совместную работу зеркальных нейронов и учение академика А.А. Ухтомского о доминанте, что позволило объяснить с точки зрения физиологии различные виды поведения человека и животных.

Например, в свое время, академик В.М. Бехтеров [15] изучал такой странный феномен, как тряска людей, которая охватывала целые губернии. Бехтеров считал, что это массовый гипноз. Но сейчас мы можем представить массовую тряску, как образование доминанты мышечной тряски за счет подражания другим людям при усиленной работе зеркальных нейронов [16]. Гипноз, как сильная доминанта, естественно усиливал данное явление.

Например, при обучении студентов в СССР при чтении лекций по терапии обязательно демонстрировали больного, где на лекции проводили перкуссию, аускультацию, спрашивали жалобы и т.д. Все студенты отмечали, что при такой демонстрации больных на долгие годы все фиксировалось в памяти. Рассмотрим этот механизм обучения, где лектор дает установку, что данное заболевание распространено, требует для лечения фундаментальных знаний, в результате в мозге образуется доминанта получения знаний. Далее, доминанта значительно повышает тонус работы зеркальных нейронов, зеркальные нейроны копируют точно все движения лектора и его алгоритм обследования больного и записывают все это в память (все происходит даже подсознательно). В результате, все навыки будущего врача в виде динамического стереотипа фиксируются в мозге, что обеспечивает высокий профессионализм. Обучение без реальной демонстрации менее эффективно, так как не включаются зеркальные нейроны в запоминание. Если у студентов не образовалась доминанта получения знаний, то обучение будет бесполезным, без доминанты не будет запоминания, не будет формироваться динамический стереотип.

Формирование доминанты (сильного желания познания) основная задача преподавателя, без этого нет педагогического процесса. Другая важная задача преподавателя это включить у студентов в работу систему зеркальных нейронов, лучше, когда преподаватель все показывает сам, а у студентов зеркальные нейроны всю последовательность действия преподавателя записывают на долгие годы в мозг.

В спорте активация зеркальных нейронов обеспечивает быстрое и эффективное обучение. В некоторых видах спорта, практически невозможно обучение без активации зеркальных нейронов, например, в карате, боксе, борьбе и т.д.. Тренер медленно показывает последовательность действий и у студента зеркальные нейроны формируют в мозге программу сокращения последовательности мышц и записывают этот динамический стереотип в память. При работе студента из памяти (как свойство зеркальных нейронов) автоматически извлекается программа динамического стереотипа сокращения мышц и студент повторяет все, что показывал тренер. Следует отметить, что зеркальные нейроны запишут и воспроизведут показ тренера только при наличии доминанты у студента. Поэтому, мы пришли к выводу, что в начале нужно педагогу образовать у студента сильную доминанту, а потом на этом фоне, используя принцип работы зеркальных нейронов проводить тренировку и обучение студентов.

Интересно рассмотреть ряд новых подходов внедренных в образовательный процесс в свое время в ряде учебных заведений. Например, с 1984 года кафедру нормальной физиологии Тюменского государственного медицинского института возглавил доктор медицинских наук, профессор В.В. Колпаков. Под его руководством в учебный процесс было внедрено много различных прогрессивных новых методов преподавания. Например, была внедрена система ранней специализации студентов по электрокардиографии, спирографии, определение физической работоспособности PWC-170, психо- тестированию по Айзенку и другие методы. Преподаватели лично обучали студентов этим методам функциональной диагностики состояния человека, потом студенты в течение писали курсовую работу с ее защитой. Что удивительно, ряд студентов, которые имели плохие оценки в течение года, отлично защищали курсовые работы. Это вызывало большое удивление в то время у преподавателей, механизм этого явления в то время был не ясен. Сейчас мы можем сказать, что эти студенты при практической работе исследования людей, считывали и копировали педагогов, включались зеркальные нейроны и учеба начинала даваться им легко и успешно. Следует отметить, что профессор В.В. Колпаков, видимо, обладал определенным свойством активации зеркальных нейронов у окружающих, стимулируя их к творческой работе (чем и должен обладать настоящий педагог). Доказательством этому может служить то, что на кафедре при его работе защитили докторские диссертации Л.И. Марченко, В.Н. Ананьев, Н.М. Фатеева, С.А. Сторожок, С.В. Соловьев, А.В.Брагин, О.В. Ананьева, Е.А. Томилова. Так же было защищено на кафедре В.В. Колпакова большое количество кандидатских диссертаций. Здесь нельзя не вспомнить, что профессором В.В. Колпаковым впервые в Тюменском мединституте были разработаны обучающие компьютерные программы и внедрены компьютеры в учебный процесс. Произошло это примерно в 1988-1991 годах, когда ректор мединститута профессор Н.Ф. Жвавый объявил, что та кафедра, которая первая внедрит в учебный процесс компьютеры будет достойна для увеличения зарплаты всем сотрудникам кафедры в два раза. Через несколько месяцев кафедра нормальной физиологии, под руководством профессора В.В. Колпакова внедрила компьютеры в учебный процесс, все студенты проходили компьютерный контроль (правда сперва это были компьютеры ЕС-1840, даже производства России). Впервые в мединституте на кафедре физиологии был проведен экзамен по нормальной физиологии с помощью компьютеров. Все ждали, что будет много двоек у студентов (особенно волновался деканат) при компьютерном экзамене, но оказалось, что студенты преимущественно получили отлично или хорошо. Такие результаты удивили сотрудников кафедры нормальной физиологии Тюменского мединститута и в то время не получили научного обоснования. Поэтому, мы проанализировали данные по компьютерному экзамену кафедры нормальной физиологии Тюменского мединститута за те годы и пришли к выводу, что это эффект работы зеркальных нейронов. Целый год студенты при компьютерном опросе видели правильные ответы, все запоминалось, так как компьютеры были еще в новизне, возникала доминанта познания и чего-то особенного, при этом зеркальные нейроны значительно активировались и записывали информацию в мозг. Возникает вопрос, в настоящее время компьютерное обучение (уже нет новизны) так же эффективно или нет, но на это могут ответить только следующие работы ученых.

Работа копирования окружающих ситуаций зеркальными нейронами может быть и вредна, особенно у детей. Дети могут подсознательно копировать и плохое поведение окружающих на уровне зеркальных нейронов и формировать патологические отрицательные доминанты, например, курение. Теперь мы знаем, что мозг может подсознательно копировать окружающее поведение, снимать информацию с

видеоносителей, книг и формировать доминанту поведения как полезную для общества, так и опасную для общества.

Выводы. Проведенная нами научная работа показала, что в образовательном процессе требуется разработка новых педагогических подходов в обучении, исходя из принципов доминанты и работы зеркальных нейронов. Поэтому, мы предлагаем для применения в образовании новый метод в виде педагогической физиологической доминанты, что объединяет применение педагогических методов и физиологических механизмов работы мозга. Впервые анализ учения А.А.Ухтомского о доминанте показал, что зеркальные нейроны активно функционируют только при выраженной доминанте. Зеркальные нейроны [16] и принцип их работы направлен на достижение конечно полезного результата деятельности организма животных и человека, что определяется степенью выраженности доминанты [1]. В работе показано новое свойство формирования доминанты, которое не изучал академик А.А. Ухтомский, заключается в том, что доминанта может формироваться или усиливаться в результате работы зеркальных нейронов. В результате нашей работы мы доказали, что наиболее эффективная педагогическая работа со студентами может быть только при личном участии педагога и это доказывается работой зеркальных нейронов. Опытные педагоги эффективно могут способствовать образованию доминанты учиться. Но требуется личное участие педагога, только тогда зеркальные нейроны усилят доминанту и включают автоматическую запись учебной информации.

1. Ухтомский А.А. Доминанта. Статьи разных лет. 1887-1939. СПб.: Питер, 2002. 448 с. ISBN 5-318-00067-3.
2. Батуев А.С., Крутчиков Р.И., Ярошевский М.Г. Учение А.А. Ухтомского о доминанте и современная нейрофизиология. Л.: Наука, 1990. 310 с. ISBN 5-02-025774-5.
3. Rizzolatti G., Fadiga L., Gallese V., Fogassi L. Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Brain Res Cogn Brain Res*. 1996 Mar. V. 3(2). P. 131-141.
4. Риццоллати Джакомо, Синигалья Коррадо Зеркала в мозге: О механизмах совместного действия и сопереживания/ Пер. с англ. О. А. Кураковой, М. В. Фаликман. М.: Языки славянских культур, 2012. 208 с.
5. Goodman BE, Barker MK, Cooke JE. Best practices in active and student-centered learning in physiology classes. // *Adv Physiol Educ*. 2018 Sep 1;42(3):417-423. doi: 10.1152/advan.00064.2018 g.
6. Inquimbert C, Tramini P, Romieu O, Giraudeau N. Pedagogical Evaluation of Digital Technology to Enhance Dental Student Learning. // *Eur J Dent*. 2019 Feb;13(1):53-57. doi: 10.1055/s-0039-1688526. Epub 2019 Jun 26.
7. Iacoboni M., Woods R.P., Brass M., Bekkering H., Mazziotta J.C., Rizzolatti G. Cortical mechanisms of human imitation. *Science*. 1999 Dec 24. V. 286(5449). P. 2526-2528.
8. Keysers C., Perrett D. I. Demystifying social cognition: A Hebbian perspective. *Trends in Cognitive Science*. 2004. V. 8. P. 501–507.
9. Kohler E, Keysers C, Umiltà MA, Fogassi L, Gallese V, Rizzolatti G. Hearing sounds, understanding actions: action representation in mirror neurons. // *Science*. 2002 Aug 2;297(5582):846-8. doi: 10.1126/science.1070311.
10. Rizzolatti G., Craighero L., The mirror-neuron system // *Annual Review of Neuroscience*. 2004. V.27. P. 169-192
11. Oztop E, Arbib MA. Schema design and implementation of the grasp-related mirror neuron . *Biol Cybern*. 2002 Aug;87(2):116-40. doi: 10.1007/s00422-002-0318-1.
12. Arbib MA From monkey- like action recognition to human language: an evolutionary framework for neurolinguistics. // *Behav Brain Sci*. 2005 Apr;28(2):105-24; discussion 125-67. doi: 10.1017/s0140525x05000038.
13. Aziz-Zadeh L, Koski L, Zaidel E, Mazziotta J, Iacoboni M. Lateralization of the human mirror neuron system. // *J Neurosci*. 2006 Mar 15;26(11):2964-70. doi: 10.1523/JNEUROSCI.2921-05.2006.
14. Павлов И. П. Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных. . Из-во, Наука. 1973г. 648 с
15. Бехтерев В. М. Гипноз. Истории болезни моих пациентов/ «Алисторус», 1902-1925. (Клинические рассказы) 250 с.
16. Якобони Марко. Отражаясь в людях. Почему мы понимаем друг друга /Перевод Л. Мотылева М Юнайтед Пресс 2011г. 366с.