

ФЕНОМЕН ВТОРИЧНОЙ БИЛАТЕРАЛЬНОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ НА ЭЭГ: ИСТОРИЯ ОПИСАНИЯ

О.А. Пылаева², К.Ю. Мухин^{1,2}

SECONDARY BILATERAL SYNCHRONY ON EEG: HISTORY OF DESCRIPTION

О.А. Pylaeva², К.Ю. Mukhin^{1,2}

1. — Институт детской неврологии и эпилепсии имени Святого Луки, Москва

2. — Кафедра неврологии и эпилептологии ФУВ ГОУ ВПО РГМУ имени Н.И. Пирогова Росздрава

В статье изложена история открытия вторичной билатеральной синхронизации (ВБС), дано определение этого феномена, кратко суммированы современные представления по данному вопросу. Официально началом описания феномена ВБС считается классическое определение, предложенное К. Тукем и Н. Жаспер в публикации 1952 года. Представлены краткие биографии ученых, описавших феномен ВБС.

Ключевые слова: история эпилептологии, вторичная билатеральная синхронизация на ЭЭГ.

The article proposes the history of the secondary bilateral synchrony (SBS) discovering and the definition of this phenomenon; the modern opinions about this phenomenon are summarized in brief. Officially the beginning of the SBS phenomenon description is considered to be the classical definition offered by K. Tukek and H. Jasper in the publication of 1952. The summary biographies of the scientists who have described SBS phenomenon are presented.

Key words: history of epileptology, secondary bilateral synchrony on EEG.

Термин «синхронизация» подразумевает одновременное возникновение идентичных ЭЭГ-паттернов от нескольких электродов в пределах одной гемисферы (Gibbs F.A., Gibbs E.L., 1964; Beaumanoir A., Mira L., 2003). «Билатеральная синхронизация» имеет место при одновременном возникновении идентичных ЭЭГ-паттернов от гомологичных электродов обеих гемисфер. Она может быть «первичной» при идиопатических генерализованных формах эпилепсии, обусловленных диффузной мембранной нестабильностью (каналопатия) [12, 15] и «вторичной» в рамках идиопатических и симптоматических фокальных эпилепсий, то есть, может развиваться из унилатерального коркового фокуса [10, 11, 27].

Концепция вторичной билатеральной синхронизации (ВБС) была впервые изложена канадским неврологом и нейрофизиологом Herbert Henri Jasper из клиники Dr Penfield на II Международном конгрессе по ЭЭГ в Париже в 1947 году. За год до этого, в работе Penfield W. и Jasper H., опубликованной в 1946 году, авторы делают следующее заключение: «*Эпилептогенное поражение мезиальной или нижней поверхности лобной доли, даже при односторонней локализации очага, может вызывать бифронтальные син-*

хронные разряды».

Через несколько лет Н. Jasper возвращается к этому вопросу. В 1951 году Н. Jasper в соавторстве с В. Pertuiset и Н. Flamigan описал феномен ВБС у больных височной эпилепсией, констатировав на ЭЭГ генерализованные пик-волновые разряды, исходящие из очага в височной доле [19]. В 1951 году М.В. Dell и Н. Несаен отметили, что некоторые версивные приступы проявляются на ЭЭГ генерализованными пик-волновыми разрядами с началом в одном полушарии, преимущественно в лобной доле [14]. М.А. Леннох и Р. Робинсон в 1952 г. установили происхождение приступов «*сходных с petit mal, но имеющих иные проявления на ЭЭГ, состоящих из асимметричной пик-волновой активности с частотой менее 3 Гц*» из передней цингулярной области [21].

Однако официально началом описания феномена ВБС считается классическое определение, предложенное К. Тукем и Н. Жаспер в публикации 1952 года (рис. 1). Авторы выявили, что поражение мезиальной коры лобной доли («парасагиттальное поражение») может вызывать интeриктальные пик-волновые разряды, напоминающие разряды при генерализованных эпилепсиях. Эти разряды могут возникать билатерально, однако ограничены

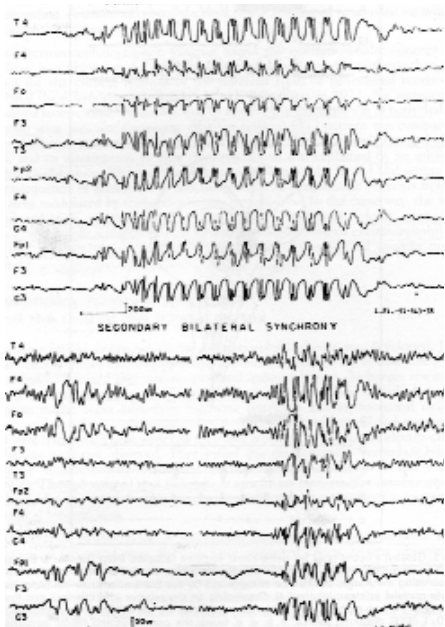


Рис. 1. ЭЭГ демонстрирует феномен ВБС (наблюдение К. Tukel и Н. Jasper, 1952 г.).

и асимметричны по отношению к средней линии; периодически возможно возникновение более распространенных и симметричных разрядов. Описанные разряды были менее ритмичными, чем при *petit mal*, и электро-клинической корреляции с этим типом приступов (типичные абсансы) не наблюдалось. Н. Jasper и К. Tukel назвали данный феномен «вторичной билатеральной синхронизацией», чтобы отличить его от «первичной билатеральной синхронизации» при абсансах типа *petit mal*. Они предположили, что данный тип синхронизации между двумя полушариями также находится под контролем центрэнцефалической синхронизирующей системы, но провоцируется зоной коркового поражения. Авторы дали следующее определение феномена ВБС: «Пик-волновые разряды при приступах *petit mal*, преимущественно, представляют собой билатерально-синхронные разряды... их появление может быть не связано с унилатеральным корковым очагом и может иметь подкорковое происхождение... С другой стороны, билатеральный синхронный разряд, исходящий из унилатерального коркового фокуса, мы называем феноменом вторичной билатеральной синхронизации». Следует обратить внимание, что в многочисленных последующих исследованиях не было доказано существование центрэнцефалической системы, и концепция подкоркового генеза абсансов также не была подтверждена [6, 16]. Статья К. Tukel и Н. Jasper, посвященная данным электроэнцефалографии при парасагитальном поражении («*Electroencephalogram in parasagittal lesions*»), опубликованная в журнале «*Electroencephalography and*

Clinical Neurophysiology Journal» в 1952 году, имела очень большое научное значение, не только как описание феномена вторичной билатеральной синхронизации, но и как одна из первых и наиболее часто цитируемых статей, посвященных эпилепсии, во всем мире. В статье сообщалось также, что разряды с однократной реверсией фазы, выявляемые по средней линии или вблизи нее, характерны для ВБС, в то время как разряды с двойной реверсией фазы, зарегистрированные над правой (F4) и левой (F3) лобными областями, характерны для первичной билатеральной синхронизации [27]. В дальнейшем представления об ВБС, заложенные в работе К. Tukel и Н. Jasper, были подтверждены Blume W.T., Pillay N. в 1985 году.

Bancaud J. и Talairach J. первыми обследовали пациентов, являющихся кандидатами для хирургического лечения эпилепсии, с помощью стереотаксической имплантации внутримозговых электродов (Talairach J. и соавт., 1967). Они выявили пациентов с «атипичными абсансами», характеризующимися такими признаками, как внезапная утрата контакта с последующими минимальными двигательными симптомами или автоматизмами, и в некоторых случаях — с вторичной генерализацией, инициированной адверсией головы и глаз [8]. Данные приступы сопровождались на ЭЭГ нерегулярными пик-волновыми разрядами, билатеральными, но асимметричными. С использованием внутримозговых электродов авторы выявили, что иктальные разряды, коррелирующие с клинической картиной абсансов, в действительности состояли из ритмичной пик-волновой активности, локализованной в премоторной и префронтальной коре; и двигательные проявления (миоклонус век, адверсия), сопровождающиеся инициальной утратой контакта или сочетающиеся с ней, были вызваны быстрыми разрядами, возникающими в тех же областях. У пациента с картиной абсанса стимуляция передней премоторной мезиальной коры одного (любого) из полушарий могла провоцировать разряды спайков высокой частоты и амплитуды, которые очень быстро распространялись к контралатеральной гомотопической области прецентральной коры, коррелируя с возникновением генерализованных тонико-клонических при-

ступов. Авторы сделали вывод о том, что область коры лобной доли, расположенная впереди от первичной моторной зоны, может быть ответственна за возникновение приступов, напоминающих по своим проявлениям («маскирующих») генерализованные приступы. В 1974 г. Bancaud J. описал группу из 10 пациентов, у которых проводилась стимуляция различных зон лобной коры с частотой 3 Гц. Стимуляция мезиальной премоторной и префронтальных областей в некоторых случаях провоцировала возникновение регулярных пик-волновых разрядов, ассоциированных с приступами *petit mal* абсансов [7].

Современное определение феномена вторичной билатеральной синхронизации было дано T.W. Blume и N. Pillay в 1985 году. Подтверждая и расширяя представления о ВБС, заложенные H. Jasper и K. Tugel в 1952 году, авторы обозначили ВБС как «ЭЭГ-паттерн, состоящий из последовательности спайков, полиспайков, или пик-волновых комплексов, гораздо реже — медленных волн, сразу после которых следует вспышка билатеральных синхронных и симметричных пик-волновых комплексов с широким распространением на обе гемисферы... при этом данный феномен должен в неизменном виде повторяться хотя бы дважды в течение короткого периода одной записи ЭЭГ». По мнению W.T. Blume и N. Pillay (1985), ВБС достоверно чаще встречается в рамках симптоматической лобной эпилепсии. Сравнивая картину ЭЭГ у больных с разными формами симптоматической фокальной эпилепсии, авторы констатировали, что записи ЭЭГ с ВБС встречались при лобной локализации очага в 51% случаев и в 30% — данный феномен отсутствовал. При очагах в височной доле, напротив, феномен ВБС констатировался в 28% записей и его отсутствие — в 40%. У 96% больных в данном исследовании определялось 2 и более эпилептогенных фокуса. При этом, однако, вторичная билатеральная синхронизация у одного пациента в одной записи ЭЭГ запускаясь только из одного наиболее активного фокуса. Авторы предложили диагностические критерии для феномена ВБС: (1) во время записи ЭЭГ должны быть зарегистрированы, по крайней мере, два эпизода с фокальным разрядом, предшествующим вспышке билатерально-синхронной активности; (2) фокальная активность,

предшествующая разряду, должна быть по своей морфологии похожа на межприступную фокальную активность и локализоваться в тех же отведениях; (3) между фокальным разрядом и первым элементом вторичного билатерального разряда должен быть выявлен временной интервал [11].

Spencer D. и соавт. (1985) уточнили определение ВБС и ввели представление о существовании интервала между дебютом фокальных разрядов (первичный разряд) и первым элементом вторичного билатерального разряда, который должен составлять более 80 мсек (а по данным Blume — более 15 мсек); билатеральная вспышка в силу своего фокального начала имеет некоторую асинхронию, определяемую временем прохождения через мозолистое тело. Авторы изучали эффект каллозотомии на интериктальные разряды, возникающие по механизму ВБС, у 13 пациентов с парциальными или вторично-генерализованными приступами. Исследование ЭЭГ проводилось до и после частичного рассечения мозолистого тела. У одного пациента отмечено полное исчезновение билатерально-синхронных разрядов, у 12 больных — значительное снижение их частоты. Авторы сделали вывод, что распространение эпилептических разрядов при феномене ВБС происходит через мозолистое тело и/или разряды направляются вниз к подкорковым структурам [26].

В структуре пароксизма ВБС морфология первичного фокального разряда отличается от других разрядов, сформировавшихся в результате механизма синхронизации. Напротив, компоненты фокального разряда часто идентичны разрядам, регистрируемым в интериктальном периоде в данном фокусе (если он один) или в наиболее активном фокусе, который обычно воспринимается как первичный фокус (при интериктальных мультифокальных эпилептических разрядах) [10]. Феномен ВБС связан с тяжелыми криптогенными (реже — симптоматическими) формами эпилепсии или с ухудшением иктальных или интериктальных проявлений в случаях идиопатической парциальной эпилепсии [10].

Таким образом, ВБС следует отличать как от пик-волновых разрядов, распространяющихся в пределах одного полушария (латерализованных), так и от генерализованных асинхронных разрядов спайк-медленная волна (*petit mal variant*), кото-

рые наиболее часто ассоциируются с эпилептическими энцефалопатиями с прогрессирующим или стационарным течением (например, синдром Леннокса-Гасто). Этот феномен также нужно дифференцировать от генерализованных разрядов спайк-волна или полиспайк-волна [10].

Первичная билатеральная синхронизация (ПБС) на ЭЭГ характерна для идиопатических генерализованных форм эпилепсии, обусловленных генетически детерминированной мембранной нестабильностью. Феномен ВБС обнаруживается при идиопатических, симптоматических и криптогенных фокальных эпилепсиях, а также при ряде эпилептических энцефалопатий (синдромы псевдо-Леннокса, Ландау-Клеффнера, эпилепсии с электрическим эпилептическим статусом медленного сна и др.). Появление и нарастание феномена ВБС у некоторых больных идиопатическими фокальными эпилепсиями может знаменовать трансформацию в эпилептические энцефалопатии [4].

Феномен ВБС достаточно часто встречается при ЭЭГ-исследовании у больных эпилепсией. Он был зарегистрирован у 36% обследованных больных с криптогенной и симптоматической фокальной эпилепсией в исследовании Bureau M., Maton V. (1998), в 17% случаев — при тяжелой фокальной эпилепсии — в исследовании Gobbi G. и соавт. (1989), у 33% пациентов с различными вариантами синдрома Леннокса-Гасто — в исследовании Ohtahara S. (1995). Во всех публикациях подчеркивается преимущественно детский и подростковый возраст больных с феноменом ВБС [3, 11, 15].

В России феномен вторичной билатеральной синхронизации впервые описали В.А. Карлов и Б.С. Овнатанов (1987) у больных височной эпилепсией [1]. Частота встречаемости при различных формах эпилепсии и уточненные критерии ВБС подробно описаны в публикации К.Ю. Мухина и соавт. (2006).

Выявлен большой полиморфизм приступов и высокая их частота у пациентов с ВБС на ЭЭГ. По кинематическим характеристикам данные приступы напоминают генерализованные пароксизмы. Характер приступов, ассоциированных с ВБС, изучен недостаточно. Это могут быть атипичные абсансы, атонические, миоклонические приступы [3, 7, 10, 11]. Blume W.T. (1994)

описывает следующие основные типы эпилептических приступов у больных с ВБС: генерализованные тонико-клонические, атонические, абсансы, тонические и миоклонические. Автор отмечает, что сложные парциальные приступы могут наблюдаться, но никогда не доминируют в клинической картине заболевания [12]. Beaumanoir A. и соавт. (2003) подчеркивают преобладание абсансов, тонических (включая версивные), атонических и тонико-клонических приступов [10]. С другой стороны, Niedermeyer (1972) констатировал у данных пациентов относительную редкость фокальных моторных и гемиклонических приступов — всего 23% случаев [22].

К.Ю. Мухин и соавт. (2006) предложили термин «*псевдогенерализованные приступы*» для обозначения приступов, имеющих кинематические характеристики генерализованных и характеризующихся диффузными иктальными ЭЭГ-паттернами, но по механизму возникновения являющихся фокальными. В основе их возникновения лежит патофизиологический феномен вторичной билатеральной синхронизации. Выделение данного типа приступов позволяет избежать терминологической путаницы (указание на «генерализованные» приступы при фокальных формах эпилепсии) [3]. К.Ю. Мухин и соавт. (2006) выделили характерные типы приступов, создающие фенотипические копии генерализованных пароксизмов и генерализованных форм эпилепсии. К данным приступам отнесены: атипичные абсансы, эпилептический миоклонус, атонические и атонически-астатические приступы (негативный миоклонус), миоклонус век (с абсансами или без), миоклонические абсансы, короткие тонические аксиальные пароксизмы (тонические спазмы) [3].

При ВБС эпилептогенный фокус чаще локализуется в области роландовой борозды (пре- и постцентральные извилины). Нередко констатируется расположение очага в лобной доле [10]. В большинстве публикаций подчеркивается, что ВБС максимально часто запускается с фронтальной коры [3, 11, 15], преимущественно, из очага, локализованного в парасагиттальной или мезиальной лобной области. Механизм формирования феномена ВБС включает быстрое распространение по коре и локализацию генератора в глубоких отделах лобной коры. Существует предпо-

ложение, что синхронизация опосредована через подкорковые центры, вероятнее всего, через мезиальные отделы ретикулярной формации таламуса [25]. По данным Blume W.T., Pillay N. (1985), возникновение феномена ВБС облегчается при наличии множественных фокусов; в 96% случаев выявлялось, по крайней мере, два фокуса. Наиболее активный в интериктальном периоде фокус был ответственен за развитием феномена ВБС в 91% случаев [11]. Присутствие и локализация региональных медленных волн в сочетании со спайками являлись индикатором локализации первичного фокуса. В исследовании К.Ю. Мухина и соавт. (2006) в 60% случаев триггерная зона находилась в лобной области; у большинства обследованных пациентов на ЭЭГ регистрировалась мультирегиональная эпилептиформная активность. Однако ВБС запускалась у конкретного пациента только из одного коркового фокуса. Наиболее распространенным паттерном были билатерально-синхронные медленные комплексы острая-медленная волна с частотой 2,5 Гц и менее [3].

Феномен ВБС имеет большое практическое значение. При любой форме эпилепсии обнаружение ВБС на ЭЭГ знаменует возможность появления в клинике новых типов приступов, возникновение или углубление когнитивных расстройств и, в целом, менее благоприятный прогноз. Появление ВБС на ЭЭГ диктует необходимость пересмотра тактики лечения пациентов. Парадокс заключается в том, что данный феномен на ЭЭГ встречается при фокальных формах эпилепсии, а антиэпилептические препараты (АЭП), традиционно применяемые в лечении фокальных эпилепсий, не рекомендованы при появлении ВБС. Назначение таких препаратов, как карбамазепин и габапентин, при обнаружении ВБС может вызвать учащение приступов, появление нового типа приступов, нарастание когнитивных нарушений [2, 3]. По данным К.Ю. Мухина и соавт. (2006), при наличии псевдогенерализованных приступов у больных с феноменом ВБС на ЭЭГ оптимально сочетание вальпроатов (конвулекс) с сукцинимидами (петнидан), топираматом (топамакс) или клобазамом (фризиум) [3]. При этом сукцинимиды и клобазам были наиболее эффективны именно в блокировании ВБС [4].

Биографическая справка

Herbert Henri Jasper (1906–1999)

— знаменитый канадский нейрофизиолог — родился в 1906 г. в городе Ла-Гранд (штат Орегон, США) в семье протестантского священника, философа и социолога (рис. 2). Учился в университетах штатов Орегон и Айова, в 1931 году получил степень доктора философии по психологии в университете штата Айова. В молодости он был увлечен идеями Анри Бергсона — французского философа-идеалиста, представителя интуитивизма и философии жизни. Основными сферами интереса Henri Jasper были философия и психология, и будущий ученый решил посвятить свою жизнь изучению головного мозга, мышления и поведения. Его очень интересовали вопросы нарушения мышления и поведения, при которых эффективное лечение практически отсутствовало. Он размышлял о том, что «только тонкая грань отделяет таких больных от здоровых людей и от людей, поведение которых можно считать лишь немного странным», и хотел посвятить жизнь поиску «нарушений функций мозга, лежащих в основе этих трагических изменений психической функции и поведения». В университете штата Айова Jasper изучал влияние полушарной доминантности на билатеральную координацию движений у здоровых людей и при тяжелом нарушении ходьбы. Отчет о результатах этой работы был опубликован в *Psychological Monographs* в 1932 году.

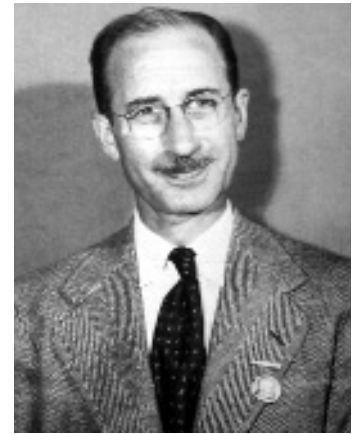


Рис. 2. Herbert Henri Jasper (1906–1999).

В период обучения в магистратуре Jasper встретил свою первую жену, Connie Cleaver. У них родилась дочь, Marilyn, и в пожилом возрасте у него были очень хорошие отношения с внуками. Однако первый брак распался, и в дальнейшем H. Jasper был женат еще два раза. Второй женой ученого стала Margaret Goldie — медсестра в MNI, которая была ценным сотрудником при проведении ЭЭГ и нейрофизиологических исследований и оказала большую помощь H. Jasper в научной работе. У них было двое детей, Stephen и Joan, которые в настоящее время проживают в Великобритании. H. Jasper был глубоко предан своей жене в период ее тяжелой неизлечимой болезни и тяжело переживал утрату. Значительно позднее он женится в третий раз и обретает семейное счастье с Mary Lou McDougall — администратором в McGill University, она также помогала ученому в научной работе.

Научную деятельность он начал в университетах Брауна и Мак-Гроу-Хилла (США). С 1946 H. Jasper становится профессором нейрофизиологии университета McGill в Монреале (Канада). H. Jasper известен своими экспериментальными исследованиями условно-рефлекторной деятельности животных на нейронном (клеточном) уровне с помощью вживления в мозг микроэлектродов. С помощью микроэлектродов он регистрировал биоэлектрическую активность отдельных клеток и синапсов мозга в сочетании с исследованием нейрохимических механизмов, осуществляющих контроль над функциями головно-

го мозга. Ученый проводил исследование локализации функций в головном мозге человека, а также изучал процессы памяти. Он был одним из пионеров клинической электроэнцефалографии и создателем системы размещения электродов «10–20%» (система «10–20%» была описана Н. Jasper в публикации 1958 года «*The ten-twenty electrode system of the International Federation*»).

Совместно с директором Монреальского института, канадским нейрохирургом W. Penfield, он разработал новые методы электродиагностики и хирургического лечения эпилепсии (рис. 3). Опубликованная двумя учеными в 1954 году монография «*Epilepsy and the functional anatomy of the human brain*» («Эпилепсия и функциональная анатомия головного мозга») — плод многолетнего опыта изучения мозга человека и хирургического лечения эпилепсии — получила широкую известность во всем мире (рис.4).



Рис. 3. Центральный госпиталь Монреаля на улице доктора Пенфилда (фото К.Ю. Мухина).



Рис. 4. Jasper и Penfield в период публикации их совместной монографии «*Epilepsy and the functional anatomy of the human brain*».

Н. Jasper был любителем парусного спорта, и интерес к этому хобби он пронес через всю свою жизнь. Во введении к автобиографии Н. Jasper, опубликованной в *History of Neuroscience* под редакцией Larry Squire, подводится итог его долгой и плодотворной научной жизни: «Herbert Henri Jasper посвятил свою жизнь исследованию головного мозга в сферах изучения психики и поведения. Он стоял у истоков внедрения в практику метода ЭЭГ и применял этот метод для изучения электрической активности мозга при различных состояниях сознания, во время процесса обучения и при эпилептических разрядах». Благодаря работам Herber Jasper были сделаны серьезные шаги на пути к пониманию мышления и поведения. И в большей степени, чем другие исследователи функций головного мозга в тот период истории, он стремился объединить клинические и фундаментальные нейрофизиологические, психологические, анатомические, химические и другие аспекты проблемы. Herber Jasper по праву можно назвать основателем нейронаук XX века.

Herbert Jasper ушел из жизни 11 марта 1999 года, не дожив нескольких дней до своего 93-летия, в результате тромбоза коронарных артерий. До конца жизни он сохранил мощный интеллектуальный потенциал и интерес к изучению головного мозга [5].

Kenan Tukul (1915–1993) родился в 1915 году, окончил медицинский факультет Стамбульского университета (*Istanbul Universitesi*) и поступил в резидентуру по нейропсихиатрии (рис. 5). Окончив резидентуру в 1947 году, он переехал в Париж и работал с Dr. Fischgold. В период между 1950 и 1952 гг. К. Tukul работал в сотрудничестве с Penfield и Jasper в Монреальском неврологическом институте (Montreal Neurological Institute — MNI) (рис. 6). В статье F. Andermann, посвященной Н. Jasper, Kenan Tukul упоминается, как участник центральной мультидисциплинарной команды ученых, созданной в MNI (рис. 7).



Рис. 5. Kenan Tukul (1915–1993).

Работая в детской больнице в Монреале, К. Tukul основал лабораторию ЭЭГ. В 1952 году в статье «*Dormison in electroencephalography*», опубликованной совместно с его женой Maide Tukul, был описан ряд



Рис. 6. Монреальский неврологический институт (2007 год, фото К.Ю. Мухина).

клинических наблюдений, связанных с применением препарата дормисон у 14 детей во время записи ЭЭГ сна. Дормисон применялся в дозе до 750 мг. В статье приводятся преимущества препарата, который может применяться для инициации сна у детей при проведении ЭЭГ-исследования: хорошее качество сна; отсутствие влияния на биоэлектрическую активность мозга до момента индукции сна; медикаментозный сон по клиническим и ЭЭГ-параметрам идентичен нормальному, физиологическому сну. Важность этой статьи была связана с тем, что в тот период проведение ЭЭГ у детей (и особенно запись ЭЭГ во сне) казалось невозможным [28].

К. Tukul стал первым эпилептологом, основавшим собственную лабораторию ЭЭГ в Турции, которая в дальнейшем была названа в честь ученого. Он вошел в историю, как выдающийся врач-эпилептолог, широко известный как в Турции, так и во всем мире.



Рис. 7. Монреальский неврологический институт, лаборатория нейрофизиологии, 1952 г. Herbert Henri Jasper (средний ряд, второй слева) и коллеги. Kenan Tukul (верхний ряд, четвертый слева).

Библиография

1. Карлов В.А., Овнатанов Б.С. Медиобазальные эпилептические очаги и абсансная активность на ЭЭГ // Журн невропатол психиат. — 1987. — Т. 87. — №6. — С. 805–812.
2. Мухин К.Ю. Симптоматическая лобная эпилепсия // В книге: Эпилепсия: атлас электро-клинической диагностики. / Мухин К.Ю., Петрухин А.С., Глухова Л.Ю. — М.: Альварес Паблишинг, 2004. — С. 364–388.
3. Мухин К.Ю., Миронов М.Б., Тысячина М.Д., Алиханов А.С., Петрухин А.С. Электро-клиническая характеристика больных симптоматической фокальной эпилепсией с феноменом вторичной билатеральной синхронизации на ЭЭГ // Рус. жур. дет. невро. — 2006. — Т. 1. — Вып. 1. — С. 6–17.
4. Мухин К.Ю. Идиопатическая фокальная эпилепсия с псевдогенерализованными приступами — особая форма эпилепсии в детском возрасте // Рус. жур. дет. невро. — 2009. — Т. 4. — № 2. — С. 3–19.
5. Andermann F. Herbert Henri Jasper 1906–1999: an appreciation and tribute to a founder of modern neuroscience // *Epilepsia*. — 2000. — V. 41(1). — P. 113–20.
6. Avoli M., Gloor P. Physiopathogenesis of feline generalized penicillin epilepsy: the role of thalamocortical mechanisms // in: *Idiopathic generalized epilepsies*. — eds. A. Malafosse, P. Genton, E. Hirsch et al. — London: John Libbey, 1994. — p. 111–121.
7. Bancaud J., Talairach J., Morel P., Bresson M., Bonis A., Geier S., Hemon E. & Buser P. 'Generalized' epileptic seizures by electrical stimulation of the frontal lobe in man. // *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* — 1974. — V. 37. — P. 275–282.
8. Bancaud J., Talairach J., Bonis A. et al. La stereo-electroencephalographie dans l'épilepsy. Paris: Masson, 1965.
9. Basic Mechanisms of the Epilepsies / ed: H.H. Jasper, A.A. Ward, A. Pope. — Boston: Little, Brown, 1969.
10. Beaumanoir A., Mira L. Secondary bilateral synchrony: significant EEG pattern in frontal lobe seizures / In: A. Beaumanoir, F. Andermann, P. Chauvel, L. Mira, B. Zifkin (eds) *Frontal seizures and epilepsies in children*. — John Libbey Eurotext, 2003. — P. 195–205.
11. Blume W.T., Pillay N. Electroencephalographic and clinical correlates of secondary bilateral synchrony. // *Epilepsia*. — 1985. — V.26/6 — P. 636–641.
12. Blume W.T. Lennox-Gastaut syndrome and secondary bilateral synchrony a comparison. // In: *Epileptic seizures and syndromes*. / Eds. P.Wolf. — London, 1994. — P. 285–297.
13. Bureau M., Maton B. Valeur de l'EEG dans le pronostic precoce des epilepsies partielles non idiopathiques de l'enfant // In: *Epilepsies partielles graves pharmaco-resistantes de l'enfant: strategies diagnostiques et traitements chirurgicaux* / Eds. M. Bureau, P. Kahane, C. Munari. — Paris: John Libbey Eurotext, 1998. — P. 67–77.
14. DellMB, HecaenH. Complexes pointe-ondes a debut unilaterale et epilepsies giratoires // *Rev Neurol.* — 1951. — V.84. — P.656–659.
15. Gastaut H., Zifkin B.G. Secondary bilateral synchrony and Lennox-Gastaut syndrome. // In: *The Lennox-Gastaut syndrome (Neurology and neurobiology, Vol. 45)*. / Eds. E. Niedermeyer & R. Degen. — New York: Alan R. Liss, 1988. — P. 221–242.
16. Chauvel P. What is generalized seizure? // In: Eds: Hirsch E., Andermann F., Chauvel P., Engel J., Lopes da Silva F., Luders H. / *Progress in epileptic disorders. Generalized Seizures: from clinical phenomenology to underlying systems and networks*. — John Libbey eurotext, 2006. — P. 3–23.
17. Gibbs F.A., Gibbs E.L. Atlas of electroencephalography. — Vol. 3: neurological and psychiatric disorders. — A-W, 1964.
18. Gobbi G., Tassinari C.A., Roger J., Bureau M., Dravet C., Salas Puig X. Particularites electroencephalographiques des epilepsies partielles symptomatiques de l'enfant // *Neurol. Phisiol. Clin.* — 1989. — V.19. — P. 209–218.
19. Jasper H., Pertuiset B., Flamigan H. EEG and cortical electrogram in patients with temporal lobe seizures. // *Acta Neurol. Psychiatry.* — 1951. — V. 65. — P. 272–292.
20. Jasper H. The ten-twenty electrode system of the International Federation // *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* — 1958. — V. 10. — P. 371–375.
21. Lennox M.A., Robinson P. Cingulate-cerebellar mechanisms in the physiological pathogenesis of epilepsy // *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* — 1952. — V. 4. — P. 197–205.
22. Niedermeyer E. The generalized epilepsies, a clinical electroencephalographic study // Springfield, Illinois: Ch. Thomas, 1972.
23. Ohtahara S, Ohtsuka Y, Kobayashi K. Lennox-Gastaut syndrome: a new vista // *Psychiatr. Clin. Neurosci.* — 1995. — V.49. — P.179–183.
24. Penfield W., Jasper H. Highest level seizures // *Res Publ Assoc Nerv Ment Dis.* — 1946. — V. 26. — P. 252–71.
25. Ralston B.L. Cingulate epilepsy and secondary bilateral synchrony // *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology.* — 1961. — 1961. — V. 13, Issue 4. — P. 591–598.
26. Spencer S., Spencer D.D., Williamson P.D. & Watson C.W. Effect of corpus callosum section on secondary bilateral synchronous interictal EEG discharges. // *Neurology*, 1985. — V.35. — P. 1089–1094.
27. Tukul K., Jasper H. The electroencephalogram in parasagittal lesions. // *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* — 1952. — V.4. — P. 481–494.
28. Tukul K., Maide Tukul M. Dormison in electroencephalography // *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology.* — 1952. — V. 4 (3). — P. 363–366.