



Munich Personal RePEc Archive

Socioeconomic determinants of Parkinson's disease for developed and developing countries

Polterovich, Victor and Denisova, Irina and Shakleina,
Marina and Bogatova, Irina and Vartanov, Sergey and
Turdyeva, Natalya and Chubarova, Tatiana

MSE MSU, CEMI RAS, CB RF, IE RAS

26 September 2020

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/103126/>
MPRA Paper No. 103126, posted 27 Sep 2020 06:43 UTC

Социально-экономические детерминанты болезни Паркинсона для развитых и развивающихся стран^{1,2}

М.В. Шаклеина,

МШЭ МГУ, Москва; e-mail: shakleina.mv@gmail.com

И.Э. Богатова,

МШЭ МГУ, e-mail: bogatova.irina@gmail.com

С.А. Варганов,

МШЭ МГУ, e-mail: sergvart@gmail.com

И.А. Денисова,

МГУ, ЦЭМИ РАН, e-mail: denisova.irina@gmail.com

Н.А. Турдыева,

ЦБ РФ, e-mail: ntourdyeva@gmail.com

Т.В. Чубарова,

ИЭ РАН, e-mail: t_chubarova@mail.ru

В.М. Полтерович

ЦЭМИ РАН, МШЭ МГУ, e-mail: polterov@cemi.rssi.ru

Аннотация. Впервые поставлена и решена задача выявления социально-экономических детерминант болезни Паркинсона (БП) на основе сопоставления характеристик разных стран. Эконометрический анализ панельных данных о 117 странах за 2010-2013 гг. показал, что характер воздействия ряда факторов зависит от принадлежности страны к числу развитых или развивающихся экономик. Для обеих групп заболеваемость болезнью Паркинсона растет с ростом продолжительности жизни и снижается с увеличением доли курящего населения. Кроме того, для развитых стран доля больных падает с ростом душевого потребления рыбы и морепродуктов и увеличивается при повышении объема вносимых удобрений на гектар возделываемой земли. Для развивающихся стран существенными факторами являются доля сельского населения, душевое потребление алкоголя и овощей, причем с ростом первого из этих факторов заболеваемость БП уменьшается, а с ростом второго и третьего – увеличивается. Есть также основания полагать, что в развивающихся странах заболеваемость БП растет с повышением уровня образования; это связано со снижением физической активности представителей соответствующих профессий. Полученные выводы сопоставляются с известными

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-00-00764 «КОМФИ».

² Расширенный вариант одноименной статьи, принятой к печати в журнале «Экономика и математические методы», т.56, №4, 2020. Авторы признательны анонимному рецензенту за комментарии.

результатами, основанными на изучении выборок пациентов для отдельных стран, и позволяют их уточнить. Результаты настоящей работы могут быть использованы в процедурах отбора пациентов для ранней диагностики БП и особенно важны для развивающихся стран, где обоснованные рекомендации до сих пор отсутствовали.

Ключевые слова: болезнь Паркинсона, развитые и развивающиеся страны, социально-экономические детерминанты, межстрановой анализ, панельная регрессия, индивидуальные эффекты, временные эффекты.

Классификация JEL: I10, I12, C53.

1. Введение

Болезнь Паркинсона (БП) является второй по распространенности среди нейродегенеративных расстройств и встречается в основном у лиц старше 60 лет. Этиология болезни до сих пор остается неизвестной, и современные методы лечения не могут остановить прогрессирование заболевания. Выявление социально-экономических и демографических факторов, влияющих на частоту заболевания БП, важно для отбора пациентов, подлежащих специальному обследованию и, возможно, лечению в продромальном периоде, а также для совершенствования системы охраны здоровья и социальной политики в целом, обеспечивающих снижение уровня заболеваемости БП.

Существует значительное число работ, посвященных изучению социально-экономических детерминант БП на выборках пациентов отдельно взятой страны³. Исследуется влияние дохода, рода занятий, места проживания, потребляемого набора продуктов, и т. п. Однако во многих случаях выводы разных авторов противоречат друг другу. В отличие от проводимых ранее исследований мы стремимся выявить социально-экономические детерминанты заболеваемости БП в межстрановом аспекте, уделяя особое внимание различиям в значимости факторов, действующих в развитых и развивающихся странах.

Наши результаты показывают, что характер влияния некоторых факторов существенно зависит от уровня развития страны. Этим, по крайней мере, отчасти объясняются разногласия между авторами опубликованных работ. Кроме того, подавляющее большинство исследований рассматривают выборки пациентов из развитых стран. Представленные ниже результаты позволяют выдвинуть правдоподобные гипотезы для стран, где изучение представительных выборок пациентов не проводилось, и тем самым облегчить формирование групп риска с целью проведения клинических анализов.

³ Отметим, что межстрановой аспект изучался в работе (Winter et al., 2011), однако в ней рассматривались не детерминанты заболевания, а особенности его протекания, которые влияют на качество жизни больного БП.

В следующем разделе будет дан обзор исследований, посвященных выявлению социально-экономических детерминант БП.

2. Социально-экономические детерминанты БП: обзор исследований.

На выборках пациентов ряда стран предприняты масштабные исследования социально-экономических детерминант БП. Наиболее важные результаты представлены в нижеследующем обзоре.

а) Уровень благосостояния

В работе (Pressley et al., 2005) используются результаты опроса населения США, а также связанные с ним данные, полученные из свидетельств о смерти, для изучения факторов риска болезни Паркинсона, в числе которых указывается доход респондента. Показано, что диагноз «Болезнь Паркинсона» чаще регистрируется в записях о смерти среди лиц с более высоким доходом (выше 35 тыс. долларов в год), чем у менее обеспеченных.

Авторы (Yang et al., 2016) подтверждают, что более высокий социально-экономический статус шведских граждан увеличивает вероятность заболевания БП. В то же время, более низкий статус уменьшает вероятность летального исхода. Причина, по мнению исследователей, состоит в том, что представители групп с низким социально-экономическим статусом более склонны к активностям, снижающим вероятность развития паркинсонизма – в первую очередь, курению, ручному труду и физической активности в целом (см. ниже).

б) Качество окружающей среды

Тот факт, что низкое качество окружающей среды повышает заболеваемость БП, установлен в целом ряде работ (см. в частности (Chinta et al., 2013)). В исследовании (Finkelstein, Jerrett, 2007) на примере двух крупных канадских городов Торонто и Гамильтона подтверждается положительная связь между промышленными выбросами марганца в атмосферу и риском развития БП. В работе (Ritz et al., 2015) устанавливается, что загрязнение воздуха от транспортных средств повышает заболеваемость БП в Дании (использовалась выборка из 1696 пациентов за 1996 - 2009 гг.). Загрязнение воздуха такими тяжелыми металлами, как марганец, свинец, медь, в крупных городах США также увеличивает риски заболевания БП (Willis A. W. et al., 2010).

в) Воздействие удобрений

Это воздействие связано, прежде всего, с использованием пестицидов (включая гербициды) как составных частей удобрений (Li et al., 2009). Тот факт, что работа с удобрениями увеличивает риск развития БП, подтверждают многие работы (Chan et al.,

1998; Werneck. et.al., 1999; Baldi et. al., 2003; Baldereschi et al., 2003; Gorell et al., 2004). В статьях (Nandipati, Litvan, 2016; Wang et al. 2011) исследовалась зависимость риска от конкретного состава пестицидов. Несмотря на это, согласно (Ascherio, Schwarzschild, 2016) этот вопрос остается малоизученным. Аналогично, в работе (Ball et al, 2018) утверждается, что механизм воздействия гербицидов на развитие БП все еще не ясен.

d) Уровень физической активности и проживание в сельской местности

Одним из факторов, влияющих на риск заболевания БП, является характер профессиональной деятельности. Исследование (Frigerio et al., 2005) показало, что представители профессий, предполагающих высокий уровень физической активности (рабочие строительных и добывающих отраслей и проч.), менее подвержены БП. Увеличение риска развития БП у людей с низким уровнем физической нагрузки объясняется ослаблением противостояния психосоциальному стрессу (Schulte et. al., 1991) и респираторным инфекциям (Tsui et. al., 1999).

Среди исследователей нет согласия относительно того, как проживание в сельской местности влияет на риск заболевания БП. В ряде работ утверждается, что среди жителей сельских районов заболеваемость БП выше (Peters et al., 2006; Osaki et al., 2010). Вместе с тем, в исследовании (Shih et al., 2016), где изучались жители центральной части Калифорнии (проживавшие преимущественно в сельских районах), отмечается, что если исключить из анализа участников, которые подвергаются сильному воздействию пестицидов, то для лиц, занятых сельским хозяйством, подтверждается установленное ранее защитное влияние физической активности на риск развития БП.

Некоторые другие авторы не обнаружили значимой связи между проживанием в сельской местности и БП, но установили, что проживание в крупных мегаполисах увеличивает вероятность БП за счет действия различного рода токсических веществ, выделяемых транспортом. (Frigerio et. al., 2005; Willis et al., 2010; Chen et al., 2009).

Интересно отметить, что для жителей Китая проживание в сельской местности и занятие сельским хозяйством, оказались незначимыми с точки зрения влияния на заболеваемость БП (Chan et al., 1998).

e) Образование

Занятие умственным трудом снижает физическую активность и, как следствие, увеличивает риск развития БП. Этот факт продемонстрирован, например, в статье (Li et. al., 2009), где анализировалась выборка шведских больных и было установлено, что мужчины с более высоким уровнем образования в большей мере подвержены БП. В работе (Pressley et al., 2005) также отмечается, что смертность от БП увеличивается с уровнем образования.

f) Курение

Согласно ряду исследований курение уменьшает риск заболевания БП (Checkoway et al., 2002; Benedetti et al, 2000; Morens et al., 1996; Abbas et al. 2018)⁴. При этом значимым является не только сам факт курения, но и срок курения, число потребляемых сигарет. На основе обследования «Honolulu Heart Study» (1965-1969), а также последующего наблюдения и регистрации БП в течение 29 лет у мужчин было установлено, что заболеваемость БП у курильщиков в два раза ниже, чем у некурящих. Более низкая заболеваемость курящих отмечалась во всех возрастных группах (Morens D. M. et al., 1996). В этой работе утверждается также, что риск заболеваемости БП среди когда-либо куривших сокращается на одну треть по сравнению с теми, кто никогда не курил. Аналогичный вывод получен в (Baldereschi et al., 2003) на основе данных обследования, проведённого в Италии. У курильщиков в среднем риск возникновения БП оказался ниже, чем у тех, кто курил ранее, но бросил. Кроме того, чем большее количество лет прошло с момента, когда человек бросил курить, тем выше вероятность возникновения БП (Checkoway H. et al., 2002). Выводы о значимой обратной связи между курением и риском развития БП получены также на основе обследований, проведённых в Китае, Гонконге, Японии, Тайване, Сингапуре, Греции, Нидерландах, США (Abbas et al., 2018).

Вместе с тем, авторы (Hernan et al., 2002) обращают внимание на трудность опровержения гипотезы о том, что индивиды, находящиеся на доклинической стадии БП, не склонны к курению.

g) Потребление кофе и чая

Метаанализ 26 исследований, проведенных в Сингапуре, Японии, Китае, Греции, Финляндии и др., показал, что регулярное потребление кофе связано с более низким риском развития БП (Abbas et al. 2018). Согласно (Seidl et al., 2014; Chan et al., 1998), чем больше кофе потребляет индивид, тем меньше для него вероятность развития БП. В выборке больных БП, изученной в (Benedetti et al., 2000), те, кто часто употреблял кофе, заболели в среднем на 8 лет позже.

Тем не менее, в шведской когорте близнецов не было найдено никакой связи между потреблением кофеина и риском болезни Паркинсона (Wirdefeldt et al., 2005). Возможно, это объясняется высоким уровнем потребления кофе в Швеции. Так, в изучавшейся выборке только 3% участников сообщили, что не употребляют кофе. Согласно (Saaksjarvi et al., 2008) в Финляндии, имеющей самый высокий уровень потребления кофе,

⁴ Отрицательная зависимость между курением и риском развития БП связана с содержащимся в сигаретах никотином, который снижает число поврежденных дофаминовых нейронов (Checkoway et al., 2002; Benedetti et al, 2000; Janson, Moller, 1993).

статистически значимое снижение риска обнаружено только для тех, кто выпивает свыше 10 чашек кофе в день.

В работе (Ascherio et al., 2001) связь между потреблением кофе и риском развития БП исследовалась отдельно для мужчин и для женщин. Оказалось, что для мужчин характерна монотонная обратная связь между потреблением кофе и БП, а у женщин она имеет вид U-образной кривой; авторы объясняют это различие действием половых гормонов (Ascherio A. et al., 2016).

Проведенное в Китае исследование детерминант болезни Паркинсона (215 пациентов, 313 участников контрольной группы) показало, что регулярное потребление чая для жителей этой страны является значимым фактором, снижающим вероятность паркинсонизма (Chan et al., 1998). Однако (Tan et al., 2008) на выборке жителей Сингапура устанавливает, что только потребление черного чая снижает риск развития БП, а потребление зеленого чая не связано со снижением риска БП. Кроме того, в одном из исследований, проведенных среди жителей китайской провинции, не было вообще замечено связи между потреблением чая и риском развития БП, вероятно, в силу высокого уровня потребления чая (Yang et al., 2015).

В статье (Hu, et. al., 2007) утверждается, что значительное потребление чая (3 и более чашек чая в день) снижает риск заболевания БП.

h) Потребление алкоголя

Данные о влиянии алкоголя на заболеваемость БП противоречивы. Положительная связь заболеваемости БП и употребления алкоголя обнаружена в статье (Ritz et. al., 2007). Согласно (Liu, et. al., 2013) значимым фактором является тип употребляемого алкоголя. Приведены расчеты, показывающие, что у индивидов, выпивающих 1- 2 бокала пива в день, вероятность развития БП ниже на 59% по сравнению с теми, кто вообще не употребляет алкоголь. Напротив, у лиц, употребляющих более крепкие спиртные напитки, риск развития БП в два раза выше, чем у тех, кто алкоголь не употребляет. В ряде других работ утверждается, что потребление алкоголя в целом не влияет на заболеваемость БП (Mischley et. al., 2017; Bettiol et al., 2015; Eriksson et al., 2013; Benedetti et al., 2000). Этой точки зрения придерживаются и авторы фундаментальной монографии (Левин, Федорова, 2012).

і) Потребление овощей и фруктов

Согласно (Lu et. al., 2008) свежие овощи и фрукты снижают вероятность развития БП. Большинство фруктов и овощей являются богатыми источниками антиоксидантов, включая витамины А, В (рибофлавин), С и Е, которых не хватает у некоторых пациентов с БП (Seidl S. E. et al., 2014). Эпидемиологические исследования обнаружили снижение

риска БП у людей, которые потребляют продукты, содержащие каротиноиды⁵ (Miyake et al., 2011). Потребление никотинсодержащих овощей, таких как помидоры, картофель и перец, снижает риск развития БП у мужчин и женщин, которые никогда не курили сигареты или табак (Nielsen, et. al., 2013). Не определено точно, связан ли данный эффект с содержанием никотина или с иными веществами в данных овощах. Вместе с тем, для жителей Китая потребление овощей и фруктов оказалось незначимым с точки зрения влияния на вероятность развития паркинсонизма (Chan et al., 1998).

ж) Потребление рыбы и морепродуктов

В работах (Gao X. et al., 2007; Okubo H. et al., 2012) утверждается, что потребление свежей рыбы снижает риски развития БП. Вероятно, это связано с тем, что рыбий жир является нейропротектором для многих нейродегенеративных заболеваний, включая БП (Bousquet, M, et al., 2011). В статье (Alcalay et al., 2012) обнаружена обратная связь между соблюдением средиземноморской диеты (фрукты, рыба, овощи) и риском развития БП. Важное уточнение содержится в статье (Mischley et. al., 2017), согласно которой потребление свежей рыбы и свежих овощей снижает риск заболевания БП, в то время как жареная рыба и консервированные овощи оказывают негативное влияние.

Отметим также чрезвычайно важный индивидуальный фактор – возраст пациента. Повышение вероятности заболевания БП с возрастом не вызывает сомнения у исследователей. При рассмотрении проблемы на уровне страны эта зависимость отражается во влиянии социально-экономической характеристики «ожидаемая продолжительность жизни». Так в работе Wanneveich M. et al. (2018) строится модель прогноза заболеваемости болезнью Паркинсона во Франции до 2030 года и делается вывод об увеличении распространенности БП со временем в результате увеличения продолжительности жизни пациентов.

В заключение нашего обзора остановимся на работе (Abbas M. et al., 2018). В ней сделана первая и, насколько нам известно, единственная попытка выявить различия во влиянии социально-экономических факторов на заболеваемость БП для двух разных групп стран- западных и восточных. Работа не содержит самостоятельных расчетов, а опирается на уже опубликованные исследования. Оказывается, что такими исследованиями охвачено очень небольшое число стран: всего семь восточных и примерно вдвое больше – западных. При этом авторы фактически вынуждены констатировать отсутствие различий в значимых факторах для обеих групп. Этот

⁵ Каротиноиды представляют собой группу красителей, обычно встречающихся в растительных продуктах, особенно тех, которые имеют желтый, оранжевый или красный цвет. Они обладают антиоксидантным эффектом. Фрукты, содержащие каротиноиды: апельсины, персики, красный грейпфрут, абрикосы, манго и др.)

результат не противоречит нашему подходу, поскольку в обеих группах доля развивающихся стран незначительна: в восточной группе это Китай и Индия, а в западной – Бразилия, Аргентина и Болгария.

Проведенный выше анализ публикаций позволяет составить перечень факторов, которые следует рассматривать как возможные социально-экономические детерминанты болезни Паркинсона. Оказывается, однако, что в большинстве случаев у исследователей нет согласия относительно значимости влияния того или иного фактора на заболеваемость БП, в некоторых случаях спорным является даже направление влияния.

Согласно приведенному выше анализу литературы, все исследования показывают, что уровень благосостояния и работа с удобрениями увеличивают риск развития БП, а курение уменьшает риск. Выводы разнятся относительно влияния таких факторов как проживание в сельской местности, потребления алкоголя, а также овощей и фруктов. Нет полной ясности относительно того, как влияет потребление кофе и чая; кажется правдоподобным, что в обоих случаях влияние значимо, только если потребление превышает некоторые пороговые значения.

Наша основная гипотеза, тестируемая ниже, состоит в том, что наборы значимых факторов для развитых и развивающихся стран могут различаться. Например, индивид, проживающий в сельской местности развивающейся страны, скорее всего, сталкивается с меньшим уровнем загрязнений⁶, нежели горожанин, и его профессия связана с более высокой физической нагрузкой. В развитых странах подобные различия могут не наблюдаться вследствие повышенного внимания к экологической безопасности в городах и высокого уровня механизации сельскохозяйственных работ. Аналогично, в развивающихся странах в отличие от развитых экономик заболеваемость БП может увеличиваться с ростом потребления алкоголя вследствие его низкого качества и недостаточной культуры потребления.

Подчеркнем, что проверить эту гипотезу на основании проведенных до сих пор исследований не представляется возможным, поскольку они касались главным образом развитых стран, да и здесь охват не превышал 50%. Выборки пациентов были изучены всего для семи развивающихся экономик, что составляет менее 5% их общего числа⁷. Кроме того, эти исследования различались методологией и относились к разным временным периодам.

⁶ Предполагается, что влияние работы с удобрениями учтено отдельной переменной.

⁷ Здесь и в дальнейшем мы используем классификацию МВФ, причем к развивающимся относим также и переходные экономики. См. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2019/10/01/world-economic-outlook-october-2019>

Результаты межстранового исследования могут оказаться особенно важными для тех стран, где изучение социально-экономических факторов заболеваемости БП до сих пор не проводилось. Насколько нам известно, Россия принадлежит к их числу.

Ниже будут представлены результаты проверки сформулированных в обзоре гипотез, основанной на анализе панельных данных. Будут использованы панельные регрессии трех типов: пуловая, или сквозная регрессия (Pooled OLS Model), а также регрессии со случайными и фиксированными эффектами.

3. Описание используемых данных

В расчетах использовались данные о 117 странах за период 2010-2013 гг., среди них 33 развитых и 84 развивающихся стран по классификации МВФ. Расширить перечень стран и рассматриваемый период не удалось из-за отсутствия важных показателей и многочисленных пропусков в соответствующих базах⁸. Перед моделированием все переменные были прологарифмированы. Исследуемые факторы и их обозначения указаны в Таблице 1.

Таблица 1. Исследуемые факторы, их обозначения и источники данных

Код переменной	Название переменной	Источник
PD	Распространенность болезни Паркинсона среди населения страны, в % от общей численности населения	www.ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool
gdp_ppp	ВВП на душу населения, ППС	www.databank.worldbank.org
co2	Выбросы CO2 (метрические тонны на душу населения)	www.databank.worldbank.org
rural	Сельское население (% от общей численности населения)	www.databank.worldbank.org
fert	Использование удобрений (кг на гектар пахотной земли)	www.databank.worldbank.org
smoking	Распространенность курения, в возрасте от 15 лет, % от общей численности населения ⁹	www.databank.worldbank.org
vegetables	Потребление овощей, кг/на душу населения/год	www.fao.org
fruits	Потребление фруктов, кг/на душу населения/год	www.fao.org
alcohol	Потребление алкоголя л/на душу населения/год	www.fao.org
fish_seafood	Потребление рыбы и морепродуктов кг/на душу населения/год	www.fao.org
coffe	Потребление кофе/кг на душу населения/год	www.fao.org

⁸ Были рассмотрены базы данных о 217 странах за период с 1990 по 2017 год.

⁹ Распространенность курения — это процент мужчин и женщин в возрасте 15 лет и старше, которые в настоящее время курят любой табачный продукт ежедневно или не ежедневно. Это исключает употребление бездымного табака.

tea	Потребление чая/кг на душу населения/год	www.fao.org
life_exp	Ожидаемая продолжительность жизни, лет	www.databank.worldbank.org
iq	Уровень образования, определяется на основе intelligence-Capital-Index	www.kailchan.ca (Intelligence Capital Index (Apr 2017))

В таблице 2 представлены средние и стандартные отклонения используемых переменных по всей выборке и отдельно по экономически развитым и развивающимся странам. В развитых странах распространенность БП (0,199%) существенно выше, чем в развивающихся (0,094%). Как следует из приводимых ниже расчетов, это, в частности, объясняется различием в ожидаемой продолжительностью жизни (в среднем 80.13 лет против 70.21 лет).

Структура потребления населения напрямую зависит от экономического благополучия страны. Потребление рыбы и алкоголя более, чем в два раза выше в развитых странах. Так, в развитых странах в среднем потребляется 29.39 кг рыбы в год, а в развивающихся странах - 13.33 кг в год. Потребление чая почти в два раза ниже, а потребление кофе почти в четыре раза выше в развитых странах. При этом следует

Таблица 2. Средние и стандартные отклонения, основные переменные

	Все страны		Развитые		Развивающиеся	
	Среднее	Ст. откл.	Среднее	Ст. откл.	Среднее	Ст. откл.
Распространенность болезни Паркинсона среди населения страны, в % от общей численности населения	0,128	0,077	0,199	0,051	0,094	0,062
ВВП на душу населения по ППС, долл. США	19903,21	16483,25	39021,39	13261,68	10759,73	7688,75
Выбросы CO2 (метрические тонны на душу населения)	5,06	4,63	9,02	4,33	3,17	3,42
Сельское население (% от общей численности населения)	38,28	21,08	22,00	11,75	46,06	20,10
Внесение удобрений (кг на гектар пахотной земли)	178,54	264,97	219,00	258,24	159,19	265,97
Распространенность курения, в возрасте от 15 лет, в % от общей численности населения ¹⁰	23,19	9,48	27,02	6,50	21,36	10,12

¹⁰ Распространенность курения — это процент мужчин и женщин в возрасте 15 лет и старше, которые в настоящее время курят любой табачный продукт. Частота потребления и употребление бездымного табака не учитываются.

	Все страны		Развитые		Развивающиеся	
	Среднее	Ст. откл.	Среднее	Ст. откл.	Среднее	Ст. откл.
Потребление овощей, кг/на душу населения/год	104,42	84,66	116,39	38,34	98,70	98,96
Потребление фруктов, кг/на душу населения/год	90,46	50,63	104,04	34,32	83,96	55,64
Потребление алкоголя л/на душу населения/год	54,94	40,56	90,03	35,46	38,16	30,98
Потребление рыбы и морепродуктов кг/на душу населения/год	18,52	15,84	29,39	16,77	13,33	12,36
Потребление кофе/кг на душу населения/год	3,07	3,76	6,27	4,32	1,54	2,19
Потребление чая/кг на душу населения/год	0,84	1,56	0,55	0,52	0,98	1,85
Ожидаемая продолжительность жизни, лет	73,42	7,35	80,13	2,54	70,21	6,71
Уровень образования, определяется на основе intelligence-Capital-Index ¹¹	35,33	15,87	53,67	9,03	26,56	9,79

Источник: расчеты авторов на основе www.ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool; www.databank.worldbank.org; www.fao.org; www.kailchan.ca/wp-content/uploads/2017/04/KC_Intelligence-Capital-Index-full-results-and-methodology_Apr-2017_v2.pdf

отметить высокую степень разброса значений этой переменной вокруг среднего уровня.

Матрица корреляций между переменными представлена в Таблице 3.

Таблица 3. Матрица парных корреляций между переменными, 2010 г.

	gdp_ppp	co2	rural	fert	smoking	vegetables	fruits	alcohol	fish_seafood	coffe	tea	PD	life_exp	iq
gdp_ppp	1,0													
co2	0,9	1,0												
rural	-0,7	-0,6	1,0											
fert	0,6	0,5	-0,4	1,0										
smoking	0,4	0,5	-0,3	0,2	1,0									
vegetables	0,5	0,6	-0,3	0,2	0,5	1,0								
fruits	0,5	0,4	-0,3	0,2	0,1	0,4	1,0							
alcohol	0,3	0,2	-0,2	0,0	0,2	0,1	0,2	1,0						
fish_seafood	0,5	0,4	-0,4	0,4	0,2	0,3	0,4	0,2	1,0					
coffe	0,4	0,4	-0,4	0,0	0,2	0,3	0,3	0,5	0,2	1,0				
tea	0,3	0,3	-0,3	0,3	0,3	0,2	-0,1	-0,2	0,1	-0,1	1,0			
PD	0,8	0,8	-0,5	0,5	0,6	0,5	0,3	0,5	0,4	0,4	0,2	1,0		
life_exp	0,8	0,7	-0,6	0,6	0,4	0,6	0,5	0,2	0,5	0,3	0,2	0,8	1,0	
iq	0,9	0,9	-0,7	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,2	0,9	0,8	1,0

¹¹ Kai L. Chan // Intelligence Capital Index (Apr 2017)

Источник: расчеты авторов на основе www.ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool; www.databank.worldbank.org; www.fao.org; www.kailchan.ca/wp-content/uploads/2017/04/KC_Intelligence-Capital-Index-full-results-and-methodology_Apr-2017_v2.pdf

Она построена по данным за 2010 год и существенно не отличается от матриц для 2011, 2012 и 2013 гг. Следует обратить внимание на сильную парную корреляцию (0,8 и выше) между душевым ВВП (по ППС), ожидаемой продолжительностью жизни, выбросами углекислого газа и уровнем образования. Чтобы избежать мультиколлинеарности при расчете регрессий были проанализированы модели с разными наборами объясняющих переменных.

4. Результаты исследования

Учитывая различие в уровнях заболеваемости БП в экономически развитых и развивающихся странах, регрессионный анализ проведен не только для всей выборки, но и отдельно для каждой подвыборки стран. Для оценки использовались три подхода: панельная регрессия с фиксированными эффектами (FE), сквозная регрессия (POOLED) и регрессия со случайными эффектами (RE).

Чтобы учесть гетероскедастичность остатков, во всех моделях для расчета стандартных ошибок коэффициентов использовалась ковариационная матрица Хьюбера-Уайта. Тестирование межгрупповой гетероскедастичности в предположении, что внутри групп гетероскедастичность отсутствует, осуществлялось с помощью опции `xttest3` в STATA.

Таблица 4. Оценки моделей панельной регрессии

Зависимая переменная – заболеваемость БП – (БП)	Модель 1 Базовые факторы (FE)	Модель 2 Последовательное исключение незначимых переменных (FE)	Модель 3 Включение контрольной переменной ВВП по ППС (FE)	Модель 4 Включение в модель 1 фиктивных переменных времени (FE)	Модель 5 Сквозная регрессия (Pooled)	Модель 6 Включение в модель 1 переменных <i>индекс образования и уровень экономического развития</i> и исключение незначимых переменных (RE)
Ожидаемая продолжит. жизни	0,488***	0,466***	0,218	0,0895	4,024***	0,840***
Сельское население	-0,351***	-0,339***	-0,352***	-0,0978	-0,00187	-0,150***
Выбросы CO2	-0,0104			0,00192	0,0858***	
Использование удобрений	0,00575**	0,00565**	0,00421*	0,00122	-0,014	0,00858***
Курение	-0,341***	-0,357***	-0,296***	-0,100*	0,270***	-0,228***
Потребление овощей	0,0198			0,0140	0,120***	
Потребление фруктов	-0,00188			-0,00633	-0,141***	
Потребление алкоголя	0,0213			0,0183**	0,0986***	0,0332**
Потребление рыбы и морепродуктов	-0,00309			0,00385	0,0235	
Потребление кофе	0,000474			3,91e-05	-0,00404	
Потребление чая	-0,00132			-0,00183	-0,0337***	
ВВП по ППС			0,127***			
Развитая/развивающаяся						0,221*
Уровень образования						1,241***
2011 год				-0,275***		
2012 год				-0,543***		
2013 год				-0,833***		
t2011* Сельское население				0,00638**		
t2012* Сельское население				0,0130***		
t2013* Сельское население				0,0201***		
t2011* Ожидаемая продолжит. жизни				0,0621***		
t2012* Ожидаемая продолжит. жизни				0,122***		
t2013* Ожидаемая продолжит. жизни				0,187***		
Constant	-6,940***	-6,697***	-6,954***	-6,829***	-25,35***	-13,87***
Observations	468	468	408	468	468	468
R-squared (within)	0,572	0,559	0,593	0,7846	0,824	
Тест Вальда F stat / Prob > F = 0.0	1438,94 / 0,0	2165,17 / 0,0	2247,31 / 0,0	2771,52/0,0	-	-
Тест Бреуша-Пагана / Prob > chibar2 = 0.0	677,25 / 0,0	688,57 / 0,0	690,27 / 0,0	687,16/0,0	-	593,85 / 0,0
F-stat / P-value	24,93/0,0	50,49 / 0,0	44,16 / 0,0	60,28/0,0	275,10 /0,0	-
AIC (Информационный критерий Акайка)	-2628,814	-2628,527	-2664,342	-2930,121	274,0097	-
BIC (Информационный критерий Шварца)	-2583,18	-2611,933	-2643,6	-2843,003	323,7913	-
Тест Хаусмана (sigmatore) / Prob>chi2	178,22 / 0,0	149,91 / 0,0	120,18 / 0,0	170,64/0,0	-	98,01
Тест на гетероскедастичность (xttest3) / Prob>chi2	5,6e+05 / 0,0	2,8e+06 / 0,0	7,2e+05 / 0,0	9,0e+05/0,0	-	-
Wald chi2(7)					-	780,83
Number of object	117	117	117	117	468	102

Источник: расчеты авторов на основе www.ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool/; www.databank.worldbank.org/; www.fao.org/; www.kailchan.ca/wp-content/uploads/2017/04/KC_Intelligence-Capital-Index-full-results-and-methodology_Apr-2017_v2.pdf

Спецификации модели оценивались с помощью стандартных тестов Вальда, Бреуша-Пагана и Хаусмана. Во всех случаях первые два теста указывали на предпочтительность моделей с индивидуальными эффектами по сравнению со сквозной регрессией, а тест Хаусмана демонстрировал целесообразность выбора регрессий с фиксированными, а не случайными эффектами.

На первом этапе мы проводим расчеты по всей выборке для того, чтобы уточнить план дальнейшего исследования, осуществляемого на втором, заключительном этапе. Результаты первого этапа представлены в таблице 4. Первые четыре модели включают фиксированные эффекты и являются наиболее информативными.

Модель 1 определяется базовыми факторами, которые были рассмотрены выше в обзоре литературы. Модель 2 получена из модели 1 путем последовательного исключения незначимых переменных. В Модели 3 к этим переменным добавлен ВВП на душу населения. В Модели 4 кроме факторов, учтенных в Модели 1, присутствуют временные эффекты. Здесь в число независимых переменных включены бинарные переменные, соответствующие 2011, 2012 и 2013 годам и их произведения на рассматриваемые факторы. При этом, чтобы избежать чрезмерного числа слагаемых в правой части регрессионного уравнения, включение групп мультипликативных членов осуществлялось последовательно. На каждом шаге проводился F-тест на совместную статистическую значимость включаемой группы; при отсутствии значимости группа исключалась из регрессионного уравнения и процесс продолжался. Столбец «Модель 4» Таблицы 4 отражает результаты расчета по этому алгоритму.

В соответствии с информационными критериями BIC и AIC наилучшим качеством среди рассмотренных моделей обладает Модель 4; об этом свидетельствуют существенно меньшие значения этих критериев. Таким образом, и в дальнейших расчетах представляется целесообразным учитывать временные эффекты в аддитивном и мультипликативном вариантах.

Во всех четырех моделях значимым фактором, уменьшающим заболеваемость БП, является курение. Кроме того, в первой второй и четвертой моделях значимым оказывается ожидаемая продолжительность жизни¹², ее рост приводит к увеличению заболеваемости БП. Результаты, касающиеся таких факторов как «доля сельского населения», «использование удобрений» и «потребление алкоголя» не обнаруживают подобной устойчивости, хотя знаки соответствующих коэффициентов во всех четырех моделях одинаковы.

¹² Для Модели 4 такой вывод получен на основе оценки совокупной значимости четырех членов регрессии, содержащих этот фактор, с помощью теста Вальда.

Результаты расчета по Модели 5 (сквозной регрессии), которая по информационным критериям существенно уступает даже Модели 1, приведены в чисто иллюстративных целях; они существенно отличаются от только что рассмотренных. Результаты, близкие к полученным по Моделям 1,2, дает модель 6 со случайными эффектами. Целесообразность ее использования не подтверждается тестом Хаусмана. Однако, мы вынуждены прибегнуть к ее помощи, чтобы исследовать влияние уровня образования на заболеваемость БП, поскольку значения соответствующего индикатора нам известны лишь за один год¹³. Как известно, модель с фиксированными эффектами не позволяет оценивать коэффициенты при неизменных по времени регрессорах, так как предполагает использование преобразования «within», которое элиминирует их из модели.

Расчеты показали, что фактор «уровень образования» значим, и при его увеличении заболеваемость БП повышается, что и следовало ожидать в свете приведенного выше обзора. Кроме того, включенная в модель бинарная переменная, отражающая принадлежность страны к множеству развитых стран, также оказывается значимой.

Последний результат свидетельствует в пользу гипотезы о том, что рассматриваемую проблему целесообразно исследовать на подвыборках развитых и развивающихся стран. Дополнительными аргументами являются неустойчивость ряда результатов, а также высокий уровень влияния душевого ВВП в Модели 3. В результате его включения в состав независимых переменных оказался незначимым фактор «продолжительность жизни»; это объясняется сильной коррелированностью этих двух показателей: коэффициент корреляции между ними равен 0,8 (см. Таблицу 3). С целью более строгой проверки указанной гипотезы была построена регрессия, в состав независимых переменных которой были включены все факторы из Модели 1 и их произведения на бинарную переменную «развитые/развивающиеся страны». Тест Вальда подтвердил совместную значимость произведений, а тем самым и целесообразность раздельного изучения двух подвыборок.

Результаты расчетов по подвыборкам, проведенных на втором этапе, представлены в Таблице 5. В каждом случае рассматривались модели трех типов: модели с фиксированными эффектами и базовыми факторами (Модели 7, 10) и модели с фиксированными и случайными эффектами при учете временных бинарных переменных и их произведений на базовые факторы (Модели 8, 11 и 9, 12). При этом использовалась описанная выше процедура последовательного отбора групп интерактивных членов.

Следуя логике построения модели 4, в модели 8 и 11 мы включали только те группы мультипликативных членов, совместная значимость которых была доказана с помощью

¹³ Значения Intelligence Capital Index (Kai L. Chan, 2017) по странам рассчитаны только по данным 2015 года.

теста Вальда. Подвергались проверке произведения временных бинарных переменных на следующие параметры: ожидаемая продолжительность жизни, сельское население, выбросы CO₂, внесение удобрений, курение, потребление овощей, потребление фруктов, потребление алкоголя, потребление рыбы и морепродуктов, потребление кофе, потребление чая.

Для развитых стран совместную значимость показала группа производений, содержащих «курение» в качестве сомножителя, а для развивающихся стран – две группы с показателями «ожидаемая продолжительность жизни» и «курение».

Тест Чоу, проведенный по результатам расчетов на Моделях 7, 10 и Модели 1, подтвердил вывод о целесообразности отдельного изучения совокупностей развитых и развивающихся стран.

Как следует из Таблицы 5, теперь уже учет временных эффектов не приводит к качественно отличным результатам для развитых стран (см. Модели 7 и 8). Для развивающихся стран между Моделями 10 и 11 имеется одно качественное различие: фактор «использование удобрений» значим в первой из них и незначим во второй. Зато какие-либо противоречия качественного характера между Моделью 11 с фиксированными эффектами и Моделью 12 со случайными эффектами отсутствуют.

Окончательные выводы должны быть сделаны по результатам расчетов на Моделях 8 и 11, характеризующихся наиболее высоким качеством, с вынужденным учетом Моделей 9 и 12, когда речь идет о влиянии образования. Два значимых фактора являются общими для обеих групп стран: заболеваемость БП возрастает с повышением ожидаемой продолжительности жизни и падает с увеличением распространенности курения. Кроме того, заболеваемость в развивающихся странах снижается с увеличением доли сельского

Таблица 5. Оценки моделей панельной регрессии для развитых и развивающихся стран

Зависимая переменная –заболеваемость БП – (БП)	Развитые страны			Развивающиеся страны		
	Модель 7	Модель 8	Модель 9. Включение IQ	Модель 10	Модель 11	Модель 12. Включение IQ
Независимые переменные	FE	FE	RE	FE	FE	RE
Ожидаемая продолжит. жизни	2,291***	0,722*	0,867**	0,268*	0,202	0,409**
Сельское население	-0,0591	0,120	0,0594	-0,504***	-0,260***	-0,113**
Выбросы CO2	0,00167	0,0252	0,00461	-0,00675	-0,00579	-0,00184
Использование удобрений	0,0215***	0,0128**	0,00892	0,00404*	-0,000510	0,000335
Курение	-0,313***	-0,118*	-0,0412	-0,306***	-0,153***	-0,0716**
Потребление овощей	-0,0167	-0,00531	-0,0109	0,0341***	0,0153*	0,0285**
Потребление фруктов	-0,0118	-0,00169	-0,00329	0,00490	-0,00619	-0,00713
Потребление алкоголя	0,0121	-0,000197	0,0804***	0,0240*	0,0166***	0,0144**
Потребление рыбы и морепродуктов	-0,105***	-0,0572**	-0,0632**	0,0124	0,0133	0,00993
Потребление кофе	0,0139	-0,000736	0,00146	0,000524	9,39e-05	5,26e-05
Потребление чая	-0,00149	-0,00385	-0,00189	-0,00124	-0,00246	-0,00151
2011 год		-0,0513	-0,0535		-0,381***	-0,428***
2012 год		-0,0487	-0,0451		-0,737***	-0,859***
2013 год		-0,0515	-0,0435		-1,127***	-1,284***
t2011* Курение		0,0198*	0,0197*			
t2012* Курение		0,0231**	0,0217*			
t2013* Курение		0,0287**	0,0262**			
t2011* Ожидаемая продолжит. жизни					0,0854***	0,0974***
t2012* Ожидаемая продолжит. жизни					0,163***	0,193***
t2013* Ожидаемая продолжит. жизни					0,246***	0,286***
t2011* Сельское население					0,00765*	0,00686
t2012* Сельское население					0,0178***	0,0170***
t2013* Сельское население					0,0295***	0,0274***
IQ			0,415			1,297***
Constant	-14,83***	-9,318***	-11,88***	-5,861***	-6,798***	-12,64***
Observations	132	132	132	340	468	276
R-squared (within)	0,760	0,863		0,590	0,785	
Тест Вальда F stat / Prob > F = 0.0	730,70 / 0,0	1190,08 / 0,0	504,49/0,0	1639,00 / 0,0	3226,60/0,0	927,09/0,0
Тест Бреуша-Пагана / Prob > chibar2 = 0.0	184,41 / 0,0	187,22/0,0	185,22/0,0	485,34 / 0,0	491,65/0,0	395,06/0,0
F-stat / P-value	42,96 / 0,0	30,42/0,0		30,11 / 0,0	46,46/0,0	
AIC (Информационный критерий Акайка)	-812,1554	-872,4084		-1885,693	-2107,375	
BIC (Информационный критерий Шварца)	-780,4446	-820,5179		-1843,705	-2027,216	
Тест Хаусмана (sigmatore) / Prob>chi2	27,07 / 0,0045	24,92/0,0152	24,80/0,0158	111,89 / 0,0	109,69/0,0	44,46/0,0
Тест на гетероскедастичность (xttest3) / Prob>chi2	9572,96	55068,31/0,0		1,0e+05 / 0,0	7,7e+05/0,0	
Number of object	33	33	33	84	84	69

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
 Источник: расчеты авторов на основе www.ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool; www.databank.worldbank.org; www.fao.org; www.kailchan.ca/wp-content/uploads/2017/04/KC_Intelligence-Capital-Index-full-results-and-methodology_Apr-2017_v2.pdf

населения и растет с повышением уровня образования и душевого потребления алкоголя и овощей. В развитых странах уменьшению заболеваемости способствует потребление рыбы и морепродуктов, а вносимые удобрения увеличивают заболеваемость (см. Рис. 1).

Следует объяснить, почему множества значимых факторов для двух подвыборок не совпадают. Занятие в сельском хозяйстве, как отмечалось выше, связано, с одной стороны, с воздействием химических удобрений, а с другой – с повышенным уровнем физической активности, снижающей заболеваемость БП. Мы контролируем влияние первого фактора, так что в нашем контексте занятие в сельском хозяйстве должно отражать более высокий уровень физической активности. Это, однако, не обязательно верно для развитых стран, где достаточно высок уровень механизации и автоматизации. Вывод, касающийся употребления алкоголя и овощей, нуждается в дополнительной проверке. Возможно, в развивающихся странах более распространено употребление крепкого алкоголя низкого качества. Относительно овощей полученную зависимость можно объяснить тем, что в развивающихся странах овощи, вероятно, содержат больше вредных веществ, прежде всего, пестицидов, применяемых для защиты растений от сорняков и вредителей. В развитых странах введены более жесткие ограничения на использование подобных средств.



Рис. 1. Социально-экономические детерминанты развитых и развивающихся стран

Выше мы ссылались на работу (Mischley et. al., 2017), где утверждается, что потребление свежей рыбы снижает риск заболевания БП, в то время как жареная рыба оказывает негативное влияние. Возможно, что и в этом случае наш вывод обусловлен различиями в стандартах потребления в развитых и развивающихся странах.

Уровень образования увеличивает заболеваемость БП для развивающихся стран, но не значим для развитых. Повышение уровня образования предполагает менее подвижный характер профессиональных занятий. Однако более высокий уровень физической культуры в развитых странах, скорее всего, компенсирует этот недостаток.

Средний объем вносимых удобрений на гектар земли почти на 30% выше в развитых странах по сравнению с развивающимися. Кроме того, можно предположить, что в составе удобрений, используемых в развивающихся странах, больше естественных и меньше химических компонент, которые, собственно, и являются вредными. Возможно, этими двумя обстоятельствами объясняется значимость данного фактора для развитых, но не для развивающихся стран.

5. Заключительные замечания.

В данной работе исследование, посвященное выявлению социально-экономических детерминант развития БП, было впервые проведено на макроуровне. В качестве объекта наблюдения была выбрана не когорта больных БП в рамках отдельного диспансера или конкретной страны, а выборка стран. Каждая из них характеризовалась социально-экономическими индикаторами, значения которых предположительно могут влиять на относительную численность больных БП.

В результате моделирования было установлено, что состав детерминант БП зависит от уровня экономического развития страны. Это объясняется различиями в стиле жизни населения, в качестве питания и особенностях производства.

В Разделе 2 мы отмечали, что при исследовании влияния таких факторов как проживание в сельской местности, потребление алкоголя и рыбы на разных выборках пациентов нередко получаются противоречивые результаты. Настоящая работа предлагает возможное объяснение этих противоречий. В то же время она указывает на то, что и уровень образования, и контакт с удобрениями могут влиять по-разному на пациентов из разных стран.

Предлагаемое исследование детерминант БП позволяет точнее определить список факторов риска, подлежащих рассмотрению на стадии доклинической диагностики БП. Это особенно важно для развивающихся стран, где эпидемиология и генетика БП мало изучены, отсутствует статистика заболеваемости, недостаточен уровень осведомленности о данной болезни (Kaiyrzhanov et al. 2019).

Следует подчеркнуть, однако, что в наших расчетах оказались незначимыми такие факторы как выбросы CO₂, потребление фруктов, чая и кофе, которые согласно ряду исследований влияют на риск заболевания БП. Разумеется, их нельзя сбрасывать со счета.

Вопрос о том, почему при межстрановом исследовании получаются подобные результаты, заслуживает дальнейшего рассмотрения. Необходимо уточнить влияние уровня образования, используя более обширные данные, которые позволили бы использовать для этой цели модель с фиксированными эффектами.

Было бы интересно выяснить, в какой мере социально-экономические детерминанты БП влияют на вероятность заболевания болезнью Альцгеймера и другими неврологическими недугами. Рассмотрение соответствующей литературы (см., в частности, (Killin et al., 2016), (Povova et al., 2012)) показывает, что характер влияния таких факторов как курение и физическая активность одинаков для обеих болезней. Вместе с тем при повышении уровня образования риск заболеть болезнью Альцгеймера не увеличивается, как в случае БП, а наоборот, снижается. Данные о влиянии ряда других факторов противоречивы. Эта тема заслуживает специального изучения.

Литература

Левин О.С., Федорова Н.В. Болезнь Паркинсона. М.: Медпресс-информ, 2014. (Levin O.S., Fedorova N.V. Parkinson's disease. Moscow: Medpress-Inform, 2014).

Abbas M. M., Xu Z., Tan L. C. S. (2018). Epidemiology of Parkinson's disease—East versus West //Movement disorders clinical practice. Vol. 5, № 1, 14-28.

Alcalay R.N., Gu Y., Mejia-Santana H., Cote L., Marder K.S., Scarmeas N. (2012). The association between Mediterranean diet adherence and Parkinson's disease. *Mov. Disord.*, 27, 771–774.

Ascherio A., Zhang S. M., Hernan MA, et al (2001). Prospective study of caffeine consumption and risk of Parkinson's disease in men and women. *Ann Neurol*, 50, 56–63.

Ascherio A., Schwarzschild M. A. (2016). The epidemiology of Parkinson's disease: risk factors and prevention //The Lancet Neurology. Vol. 15, № 12, 1257-1272.

Baldereschi M. , Di Carlo A. , Vanni P., Ghetti A., Carbonin P., Amaducci L., Inzitari D. (2003). Lifestyle related risk factors for Parkinson's disease: a population based study //Acta neurologica scandinavica. Vol. 108, issue 4, pp.- 239-244

Baldi I., Cantagrel A., Lebailly P. ,Tison F.C., Dubroca B.D., Chrysostome V.C., Dartigues J.-F. E., Brochard P.A. (2003). Association between Parkinson's disease and exposure to pesticides in southwestern France// Neuroepidemiology. № 22, pp. 305–310.

Ball N., Teo W-P., Chandra S., Chapman J. (2019). Parkinson's disease and the environment// Frontiers in Neurology. Vol. 10, № 218

Behari M., Srivastava A.K., Das R.R., Pandey R.M. (2001) Risk factors of Parkinson's disease in Indian patients// Journal of the Neurological Sciences. Vol. 190, issue 1-2, pp. 49–55

Benedetti M. D. et al. (2000) Smoking, alcohol, and coffee consumption preceding Parkinson's disease: a case-control study //Neurology. Vol. 55, № 9, pp. 1350-1358

Bettiol S. S., Rose T.C., Hughes C.J., Smith L.A. (2015) Alcohol consumption and Parkinson's disease risk: a review of recent findings //Journal of Parkinson's disease. Vol. 5, № 3, pp. 425-442

Chan D.K.Y. , Jwoob J., Hoc S.C., Pangd C.P., Lawd L.K., Nge P.W., Hungf W.T., Kwokb T., Huig H., Orrg K., Leunge M.F., Kayb R. (1998). Genetic and environmental risk factors for Parkinson's disease in a Chinese population //Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. Vol. 65, №. 5, pp. 781-784

Checkoway H. , Powers K., Smith-Weller T., Franklin G.M., Longstreth W.T. Jr., Swanson P.D. (2002). Parkinson's disease risks associated with cigarette smoking, alcohol consumption, and caffeine intake //American journal of epidemiology. Vol. 155, № 8, pp. 732-738

Chen C. C. et al. Different prevalence rates of Parkinson's disease in urban and rural areas: a population-based study in Taiwan (2009). //Neuroepidemiology. Vol. 33, №. 4, pp. 350-357.

Chinta S. J. , Lieu C. A., DeMaria M., Laberge R.M., Campisi J., Andersen J. K.(2013). Environmental stress, ageing and glial cell senescence: a novel mechanistic link to Parkinson's disease? //Journal of internal medicine. Vol. 273, issue 5, pp. 429-436.

Eriksson A.-K., Löfving S. , Callaghan R.C. and Allebeck P.(2013). Alcohol use disorders and risk of Parkinson's disease: findings from a Swedish national cohort study 1972–2008// BMC Neurology, № 190

Finkelstein M. M., Jerrett M. (2007). A study of the relationships between Parkinson's disease and markers of traffic-derived and environmental manganese air pollution in two Canadian cities //Environmental research. Vol. 104, issue 3, pp. 420-432

Frigerio R., Elbaz A., Sanft K.R. Peterson B. J., Bower J. H., Ahlskog J. E., Grossardt B. R., Andrade M., Maraganore D. M., Rocca W. A.(2005). Education and occupations preceding Parkinson disease: a population-based case-control study//Neurology. Vol.65 (10), pp. 1575–1583

Gao X., Chen H., Fung T.T., Logroscino G., Schwarzschild M.A., Hu F.B., Ascherio A. (2007). Prospective study of dietary pattern and risk of Parkinson disease //The American journal of clinical nutrition. Vol. 86, № 5, pp. 1486-1494

Gorell J. M., Peterson E. L., Rybicki B. A., Johnson C. C. (2004). Multiple risk factors for Parkinson's disease//Journal of the Neurological Sciences. Vol. 217, Issue 2, PP.169–174.

Hernan M. A., Takkouche B., Caamano-Isorna F., Gestal-Otero J. J. (2002). A meta-analysis of coffee drinking, cigarette smoking, and the risk of Parkinson's disease. *Ann. Neurol.*, 52(3),276–284.

Hu G., Bidel S., Jousilahti P., Antikainen R. , Tuomilehto J. (2007). Coffee and tea consumption and the risk of Parkinson's disease// *Movement Disorder*. Vol.22, issue 15, pp. 2242–2248

Janson A.M., Moller A. (1993). Chronic nicotine treatment counteracts nigral cell loss induced by a partial mesodiencephalic hemitranssection: An analysis of the total number and mean volume of neurons and glia in substantia nigra of the male rat//*Neuroscience*. vol.57, issue 4, pp. 931-941

Kai L. Chan // *Intelligence Capital Index* (Apr 2017)

Kaiyrzhanov R. et al. (2019). Parkinson's Disease in Central Asian and Transcaucasian Countries: A Review of Epidemiology, Genetics, Clinical Characteristics, and Access to Care //*Parkinson's Disease*. Vol 2019. <https://www.hindawi.com/journals/pd/2019/2905739/>

Killin L. O. J. et al. (2016). Environmental risk factors for dementia: a systematic review //*BMC geriatrics*. Vol. 16, №. 1, pp. 1-28.

Li X., Sundquist J., Sundquist K. (2009). Socioeconomic and occupational groups and Parkinson's disease: a nationwide study based on hospitalizations in Sweden//*International Archives of Occupational and Environmental Health*. Vol. 82, pp. 235–241

Liu R., Guo X., Park Y. , Wang J. , Huang X. , Hollenbeck A. , Blair A. , Chen H. (2013). Alcohol consumption, types of alcohol, and Parkinson's Disease// *Plos one*. Vol.8, issue 6, 1-7.

Lu K. T., Ko M. C., Chen B. Y., Huang J. C., Hsieh C. W., Lee M. C., et al. (2008). Neuroprotective effects of resveratrol on MPTP-induced neuron loss mediated by free radical scavenging//*Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol.56, issue 16, pp.6910-6913

Mischley L. K., Lau R. C., Bennett R. D. (2017). Role of Diet and Nutritional Supplements in Parkinson's Disease Progression//*Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. Vol. 2017. <http://downloads.hindawi.com/journals/omcl/2017/6405278.pdf>

Miyake Y., Fukushima W., Tanaka K., Sasaki S., Kiyohara C., Tsuboi Y., Yamada T. , Oeda T., Miki T., Kawamura N., Sakae N., Fukuyama H., Hirota Y., Nagai M., Fukuoka Kinki Parkinson's Disease Study Group (2011). Dietary intake of antioxidant vitamins and risk of Parkinson's disease: a case-control study in Japan// *European journal of neurology*. Vol. 18, issue 1, pp.106-113.

Morens D.M., Grandinetti A., Reed D.,White L. R., Ross G. W.(1995). Cigarette smoking and protection from Parkinson's disease: false association or etiologic clue?// *Neurology*. Vol.45, issue 6, pp. 1041–1051.

Morens D. M. et al. (1996). Evidence against the operation of selective mortality in explaining the association between cigarette smoking and reduced occurrence of idiopathic Parkinson disease //American journal of epidemiology. Vol. 144, №. 4, 400-404.

Nandipati S., Litvan I. (2016). Environmental exposures and Parkinson's disease //International journal of environmental research and public health. Vol. 13, №. 9, 881.

Nielsen S., Franklin G. M., Longstreth W. T., Swanson P. D., Checkoway H. (2013). Nicotine from edible Solanaceae and risk of Parkinson disease// Annals of Neurology. Vol. 74, issue 3, pp. 472–477. Okubo H. et al. (2012) Dietary patterns and risk of Parkinson's disease: a case–control study in Japan //European journal of neurology. Vol. 19, issue 5, pp. 681-688.

Osaki Y., Morita Y., Kuwahara T., Miyano I., Doi Y. (2010). Prevalences of Parkinson's disease and atypical parkinsonian syndromes in a rural Japanese area //European Journal of Neurology. Vol. 124, issue 3, pp. 182-187

Peters C.M., Gartner C.E., Silburn P.A. , Mellick G.D. (2006). Prevalence of Parkinson's disease in metropolitan and rural Queensland: a general practice survey //Journal of clinical neuroscience. Vol. 13, issue 3, pp. 343-348.

Povova J. et al. (2012). Epidemiological of and risk factors for Alzheimer's disease: a review //Biomedical Papers of the Medical Faculty of Palacky University in Olomouc. Vol. 156, №. 2, pp. 108-114.

Pressley J. C., yM.- X. Tang , K. Marder, L. J. Cote, R. Mayeux (2005). Disparities in the recording of Parkinson's disease on death certificates// Movement disorders. Vol. 20, №.3, pp. 315-321.

Ritz B., Ascherio A., Checkoway H., Marder K.S., Nelson L.M., Rocca W.A., Ross G.W., Strickland D., Van Den Eeden S.K., Gorell J.(2007). Pooled analysis of tobacco use and risk of Parkinson disease//Arch Neurol.Vol.64, № 7, pp.990–997.

Ritz B., Lee P.C., Hansen J., Lassen C.F., Ketzler M., Sørensen M., Raaschou-Nielsen O. (2015). Traffic-related air pollution and Parkinson's disease in Denmark: a case–control study //Environmental health perspectives. Vol.124, issue 3, pp. 351-356.

Saaksjarvi K., Knekt P., Rissanen H., Laaksonen M. A., Reunanen A., Mannisto S. (2008). Prospective study of coffee consumption and risk of Parkinson's disease. Eur. J. Clin. Nutr.62(7), 908–915.

Schulte P.A., Burnett C.A., Boeniger M.F., Johnson J. (1996). Neurodegenerative diseases: occupational occurrence and potential risk factors, 1982 through 1991// American Journal of Public Health. Vol.86, № 9, pp.1281-1288

Seidl S. E., Santiago J.A., Bilyk H. , Potashkin J.A. (2014). The emerging role of nutrition in Parkinson's disease //Frontiers in aging neuroscience. Vol. 6, p. 36

Shih I. F. et al. Lifetime occupational and leisure time physical activity and risk of Parkinson's disease //Parkinsonism & related disorders. – 2016. Vol. 28, pp. 112-117.

Tan L.C., Koh W. P., Yuan J. M., et al. (2008). Differential effects of black versus green tea on risk of Parkinson's disease in the Singapore Chinese Health Study. *American Journal of Epidemiology*, 167, 553–560.

Tsui J. K. C., Calne D.B., Wang Y., Schulzer M., Marion S.A.(1999). Occupational risk factors in Parkinson's disease// *Canadian Journal of Public Health* . Vol.90, pp.334–337.

Wang A. et al. (2011). Parkinson's disease risk from ambient exposure to pesticides //European journal of epidemiology. Vol. 26. №. 7. 547-555.

Wanneveich M., Moisan E., Jacqmin- Gadda H., Elbaz A., Joly P. (2018). Projections of prevalence, lifetime risk, and life expectancy of Parkinson's disease (2010- 2030) in France //Movement Disorders. Vol. 33, issue 9, pp. 1449-1455

Wechsler L.S., Checkoway H., Franklin G.M., Costa L.G. (1991). A pilot study of occupational and environmental risk factors for Parkinson's disease// *Neurotoxicology*. Vol. 12 , issue 3, pp. 387–392

Werneck A. L. S., Alvarenga H. (1999). Genetics, drugs and environmental factors in Parkinson's disease: a case-control study //Arquivos de neuro-psiquiatria. Vol. 57, issue 2B, pp. 347-355.

Willis A.W., Evanoff B.A., Lian M., Galarza A., Wegrzyn A., Schootman M., Racette B.A. (2010). Metal emissions and urban incident Parkinson disease: a community health study of Medicare beneficiaries by using geographic information systems //American journal of epidemiology. Vol.172, issue 12, pp. 1357-1363

Wirdefeldt K. et al. (2005). Risk and protective factors for Parkinson's disease: a study in Swedish twins //Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society. Vol. 57, №. 1, 27-33.

Yang X. L., Luo Q., Song H. X., Wang Y. L., Yao Y.N., Xia H. (2015). Related factors and prevalence of Parkinson's disease among Uygur residents in Hetian, Xinjiang Uygur Autonomous Region. *Genet Mol Res*, Vol.14, 8539–8546.

Yang F., Johansson A.L.V., Pedersen N.L., Fang F., Gatz M., Wirdefeldt K. (2016). Socioeconomic status in relation to Parkinson's disease risk and mortality: A population-based prospective study //Medicine. Vol. 95, issue 30

Socioeconomic determinants of Parkinson's disease for developed and developing countries

**M.V. Shakleina (MSE MSU), I. E. Bogatova (MSE MSU),
S. A. Vartanov (MSE MSU), I.A. Denisova (MSU, CEMI RAS), N.A. Turdyeva (CB RF),
T.V. Chubarova (IE RAS), V.M. Polterovich (CEMI RAS, MSE MSU)**

Abstract

We set and solved the problem of identifying socio-economic determinants of Parkinson's disease (PD) by comparing the characteristics of different countries. Econometric analysis of panel data on 117 countries for 2010-2013 showed that the nature of the impact of a number of factors depends on whether a country belongs to the set of developed or developing economies. For both groups, the incidence of Parkinson's disease increases with life expectancy and decreases with the share of smokers. In addition, for developed countries, the incidence drops with increasing per capita consumption of fish and seafood and increases with amounts of fertilizer applied to the soil per hectare of arable land. For developing countries, the share of rural populations and per capita consumption of alcohol and vegetables are significant factors, with the incidence of PD decreasing with the first factor and increases with the last two. There is also reason to believe that in developing countries, the incidence of PD increases with the level of education; this is due to a decrease in physical activity of the representatives of the professions concerned. The findings are compared with the known results based on the study of patient samples for individual countries, and allow improving them. The results of this work can be used in patient selection procedures for early diagnostics of PD and are particularly important for developing countries where evidence-based recommendations has not yet been available.

Keywords: Parkinson's disease, developed and developing countries, socioeconomic determinants, cross-country analysis, panel regression, individual effects, time effects.

JEL Classification: I10, I12, C53.