

- Митницкого под редакцией П.И. Чушкина. М.: Мир, 1980, 616 с.
44. Седов Л.И. Механика сплошной среды. М: Наука, 1973, Т.1 536 с., Т.2. 584 с.
45. Синай Я.Г. Современные проблемы эргодической теории. М.: Физматгиз, 1995, 208 с. (Современные проблемы математики, вып. 31).
46. Сухаревский В.В. Бистабильные состояния в отображении Богданова. Вестник МГУ, серия «Математика. Механика», № 5. М: МГУ, 2003, с. 3-5.
47. Сухаревский В.В. Оценка температуры и плотности частиц в слабо-диссипативной теории Колмогорова-Арнольда-Мозера. Вестник МГУ, серия «Физика. Астрономия», № 6. М: МГУ, 2005, с. 28-29.
48. Ферми Э. Термодинамика. Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет», 1998, 163 с.
49. Ферми Э. Научные труды. М.: Наука, 1972, т. II, с. 645.
50. Ферми Э., Паста Дж., Улам С. Изучение нелинейных задач. В кн.: Ферми Э. Научные труды. Ч. II, 1972.

Роль экологических факторов в вегетативно-сосудистой дистонии

к.х.н. доц. Кудров А.Н.
Университет машиностроения
8(499)2671237, akudrov@bk.ru

Аннотация. Ухудшение экологической обстановки в мегаполисах является фактором, провоцирующим вегетативные дисфункции. Ведущую роль играют оксиды азота и углерода, режим действия которых интермиттирующий. Изучены основные типы вегетативного обеспечения физической, эмоциональной и интеллектуальной деятельности, рассмотрены способы коррекции нарушений.

Ключевые слова: оксид азота, оксид углерода, вегетативная регуляция, функциональные пробы, индивидуальная конституция.

Последние десятилетия наблюдается «экологизация» методологии оценки безопасности автотранспорта. Живым организмам присущи одновременно эрготропная функция энергообеспечения и трофотропная функция самовосстановления в отличие от технических систем (систем, обслуживающих основные потребности человека в энергии и новых материалах). Эрготропные и трофотропные процессы находятся под контролем нейроэндокринного регулирующего комплекса, который осуществляет адаптацию организма к изменениям в окружающей среде. Адаптивные возможности человека учитываются в ходе гигиенического нормирования вредных воздействий. Нормируемые в атмосфере населенных мест оксиды азота и углерода в то же время являются системными регуляторами физиологических функций. Поэтому значительный интерес представляет изучение реакций организма при интермиттирующем воздействии этих соединений, что характерно для лиц, проживающих и работающих (обучающихся) в таком крупном, насыщенном автотранспортом городе, как Москва.

Студенты, проживающие в общежитии, являются однородной группой индивидов, которые днем испытывают воздействия высоких концентраций оксидов углерода и азота (в центре города); интенсивность воздействия снижается в вечерние и ночные часы. Оксид углерода и оксид азота, образующиеся в организме (эндогенные), находятся в реципрокных отношениях. Поэтому экзогенные оксиды вызывают сдвиги в вегетативной регуляции. По причине индивидуальных особенностей межсистемных связей в организме признаки физиологических нарушений проявляются в уязвимой системе индивида. В данной работе рассматривается вегетативное обеспечение деятельности и способы коррекции нарушений при вегетососудистой дистонии.

Необходимость исследования разных форм деятельности при неблагоприятных эко-

гических воздействиях продиктована сложным характером отношений индивида и внешних воздействий в практически значимых ситуациях. Сложность заключается во взаимодействии, меняющемся в соответствии с интенсивностью воздействия и адаптивностью индивида. Рассматривая индивидуальные особенности реакций, можно говорить об «участии» того или иного фактора в развитии реакции организма – факторов физической природы, интеллектуальных нагрузок, стимуляторов нервной и психической активности. При максимальной вовлеченности сознания и, следовательно, при высоких нагрузках на нервную систему, адаптивная модуляция эрготропных процессов осуществляется бессознательно вегетативной нервной системой. При этом характер вегетативной реакции определяется психическим состоянием, связанным с оценкой значимости трудовой деятельности.

Адаптивность является частью общей конституции. Биологическая основа конституции индивида – это особенности трофотропных и эрготропных процессов. Формируют конституцию события индивидуальной жизни, например спортивная специализация «тренирует» указанные функции и является примером взаимозависимости индивида и воздействующих на него внешних факторов, поскольку результат воздействия на организм определяется индивидуальным порогом реакции на нагрузки, но также зависит и от степени вовлеченности сознания индивида. В наименьшей степени это справедливо в отношении влияния факторов физической природы, в наибольшей – психической. Поэтому другим примером участия и взаимозависимости действующего фактора и индивида является трудовая деятельность работников интеллектуального труда, когда сочетаются сознательные и бессознательные процессы, проявляющиеся в психических реакциях.

При изучении возможностей адаптации организма индивида к интеллектуальным нагрузкам сопоставимость и воспроизводимость результатов достигается при условии «однородного» психического состояния исследуемых. Так как индивид оказывается в роли объекта исследования и одновременно исследователя, методически корректно решать эту задачу через активизацию однородных интересов или потребностей индивида. Такой потребностью, в частности, может быть желание избавиться от вегетативно-сосудистой дистонии (ВСД, нейрорегуляторной дистонии). ВСД может быть следствием высокой чувствительности организма, особенно в период роста, к таким естественным факторам, как температура, перепады атмосферного давления, традиционные стимуляторы нервной системы, азартные игры и зрелища. По той же причине (исследователь одновременно является объектом исследования) необходимо ограничить глубину саморефлексии, что можно достичь посредством формирования группы индивидов с разными формами ВСД (гипер- и гипотонической, смешанной). Тогда исследование обретает истинный смысл – выявление сильных и слабых сторон разных типов конституции (сравнительное преобладание механизмов раздражимости, или трофотропных, или эрготропных) позволяет оптимизировать режим трудовой деятельности. Знания и навыки в области регуляции работоспособности и самочувствия – основа культуры здоровья индивида, методы трансляции этих знаний и навыков – основа культуры общества.

Экспериментальная часть

В работе изучали показатели вегетативного тонуса, вегетативной реактивности и вегетативного обеспечения деятельности. Под вегетативным тонусом понимаются относительно стабильные показатели в период покоя. Он отражает взаимодействие эрго- и трофотропных механизмов, то есть состояние регуляции метаболического равновесия. Если исследуют показатели только сердечно-сосудистой системы, то говорят не об общем исходном тонусе, а о тонусе в этой системе. Под вегетативной реактивностью понимаются адаптивные реакции, возникающие в ответ на внешние и внутренние раздражения. Под вегетативным обеспечением деятельности понимаются адаптивные реакции при физической и интеллектуальной деятельности, а также при эмоциональных переживаниях.

Наиболее распространенный и доступный метод изучения этих показателей – контроль частоты сердечных сокращений (ЧСС) и измерение артериального давления (АД) по методу

Короткова.

При оценке вегетативного тонуса использовали вегетативный индекс Кердо (ВИ) и индекса минутного объема (QVm):

$$ВИ = (1 - Д/ЧСС) * 100\%, \quad (1)$$

где: Д – величина диастолического давления, ЧСС – частота сердечных сокращений.

При полном «вегетативном равновесии» в сердечно-сосудистой системе ВИ=0. Если коэффициент положительный, то преобладают симпатические влияния, если цифровое значение коэффициента получается со знаком минус, то повышен парасимпатический тонус.

$$QVm = ((C - Д) * ЧСС) / ((C_n - Д_n) * ЧСС_n), \quad (2)$$

где: С – систолическое давление, Д – диастолическое давление, ЧСС – частота сердечных сокращений; те же символы с индексом «н» (С_н, Д_н, ЧСС_н) – значения АД и частота сердечных сокращений, рекомендуемые как стандартные, «нормальные» для возрастной группы.

В норме в покое QVm около 1,0. При повышении симпатического тонуса значение индекса повышается до 1,5-1,8, парасимпатического – снижается до 0,7. [1].

В вегетативной нервной системе (ВНС) выделяют (функционально, анатомически и биохимически) два отдела – симпатический и парасимпатический. К симпатическому отделу относится тораколумбальный отдел спинного мозга, а к парасимпатическому – краниальный и сакральный, расположенные в спинном, среднем и продолговатом мозге. Регуляцию обоих отделов вегетативной нервной системы осуществляют высшие вегетативные центры. Они являются надсегментарными и расположены в стволе и плаще мозга. Возбуждение симпатического отдела сопровождается повышением силы и частоты сердечных сокращений, противоположные эффекты сопровождают возбуждение парасимпатического отдела. Анатомические и биохимические различия отделов ВНС и надсегментарных образований являются ключевыми для направленного поиска причин и коррекции функциональных нарушений.

Функциональные пробы

Показатели вегетативного обеспечения позволяют судить об адекватном обеспечении реакций организма и определяются путем моделирования деятельности:

- физической – дозированные приседания (20 приседаний в быстром темпе);
- эмоциональной – моделирование отрицательных эмоций: угроза повторения негативного прошлого опыта;
- интеллектуальной – счет в уме (отнимать от 200 по 7 в течение 1-1,5 минут); через 5 мин покоя в положении сидя за столом (может быть чтение текста, например, хорошо знакомой по школьной программе литературы) измеряют артериальное давление и ЧСС. Затем испытуемый получает задание начать обратный отсчет, начиная с 200 по 7, через 1 минуту начинали измерять давление и ЧСС. Испытуемый одновременно продолжает счет. Затем измеряли АД и ЧСС через минутные интервалы в течение 3 минут.

Полученные результаты интерпретируются в терминах: 1) нормальное обеспечение вегетативной деятельности (сдвиги показателей в сторону усиления симпатической активности 15-20%), 2) избыточное; 3) недостаточное вегетативное обеспечение деятельности. Нормальным является повышение систолического давления на 20 мм рт. ст., менее выраженное повышение диастолического давления и преходящее повышение ЧСС не более чем на 30 уд. в мин. По окончании нагрузки все показатели должны вернуться к начальным значениям через 3 минуты.

При исследовании вегетативной реактивности использовали холодовую пробу. Лежа измеряли АД и ЧСС. Затем обследуемый опускал кисть руки до запястья в воду с температурой +4 °С и держал 1 мин. В это время регистрировали АД и ЧСС через 30 с и 1 мин., а затем измеряют указанные параметры после того, как рука вынута из воды через минутные интервалы до прихода их к исходному уровню. При холодовой нагрузке QVm должен увеличиться не менее чем на 0,2. Нормальная вегетативная реактивность – повышение систолического

давления на 20 мм рт. ст., диастолического – на 10-20 мм рт. ст. Максимум подъема АД через 30 с после начала охлаждения. Возврат АД к исходному уровню через 2-3 мин.

Измерения выполнялись студентами второго курса, проживающими в общежитии и заинтересованными в избавлении от симптомов ВСД.

Полученные результаты

В таблицах 1 и 2 представлены варианты состояния ВНС по результатам оценки тонуса в покое и реакции на физическую нагрузку. У всех испытуемых адекватная симпатическая реакция, однако, изменения QVm превышают 60%. Так как через 3 минуты после нагрузки показатели не вернулись к исходным значениям, был сделан вывод об избыточном вегетативном обеспечении деятельности. Показатели QVm для третьего варианта временно достигают значений, при которых в покое отмечается ухудшение самочувствия.

Таблица 1

Варианты вегетативного тонуса сердечно-сосудистой системы

Вариант		АД	ЧСС	ВИ, %	QVm
1	Повышен тонус парасимпатического отдела	110/78*	62	-26	0,8
2	Незначительно повышен тонус симпатического отдела	98/58	62	6,5	1,0
3	Повышен тонус симпатического отдела	90/60	93	36	1,2
		120/70**	96	27	2,0

* – здесь и далее систолическое/диастолическое давление, мм ртутного столба;

** – жалобы на плохое самочувствие в покое (повышение давления и индекса минутного объема – гипертонический тип ВСД).

Таблица 2

Вегетативное обеспечение физической деятельности и реактивность ВНС (20 приседаний)

Вар-т	Показатели	Время			
		Значения в покое	1 мин	2 мин	3 мин
1	АД (С/Д)	110/78	114/76	110/78	108/70
	ЧСС	62	92	70	62
	ВИ	-26	17	-11	-13
	QVm	0,8	1,5	0,9	1,0
2	АД	98/58	114/56	108/54	102/54
	ЧСС	62	69	64	60
	ВИ	6,5	19	16	10
	QVm	1,03	1,67	1,44	1,20
3	АД	90/60	120/60	110/55	105/55
	ЧСС	93	102	93	87
	ВИ	35	41	40	36
	QVm	1,16	2,55	2,13	1,80

В покое и при физической нагрузке обращают на себя внимание низкие значения диастолического давления – менее 80 мм ртутного столба. Известно, что вазодилатация вызывается взаимодействием оксида азота NO с гемом в активном центре гуанилатциклазы, что приводит к росту концентрации внутриклеточного циклогуанозинмоно-фосфата (цГМФ); напротив, хронические отравления оксидом углерода сопровождаются повышением артериального давления вследствие ингибирующего действия оксида углерода на синтез минералокортикоидов.

На основании полученных результатов были выбраны дополнительные нагрузочные пробы для 1 и 2 вариантов – интеллектуальная и эмоциональная нагрузка, а для 3 варианта –

холодовая проба (таблица 3).

Интеллектуальная и эмоциональная нагрузка выравнивают вегетативный тонус и улучшают кровообращение. Холодовая проба выявила обратную реакцию на раздражитель - снижение систолического давления, снижение QVm (замедление кровообращения), низкую реактивность.

Таблица 3

Вегетативное обеспечение эмоциональной и интеллектуальной деятельности, холодовой пробе и реактивность ВНС

Вариант	Показатели	Время			
		Значения в покое	1 мин	2 мин	3 мин
Эмоциональная нагрузка					
1	АД	110/78	114/80	112/78	110/76
	ЧСС	62	74	64	64
	ВИ	-26	-8	-22	-19
	QV _m	0,8	1,1	0,9	0,9
2	АД	98/58	100/60	98/60	96/60
	ЧСС	62	72	65	61
	ВИ	6,5	17	8	2
	QV _m	1,03	1,20	1,03	0,92
Интеллектуальная нагрузка					
1	АД	110/78	112/78	100/70	108/78
	ЧСС	62	70	66	62
	ВИ	-26	-11	-6	-26
	QV _m	0,8	1,0	0,83	0,80
2	АД	98/58	114/70	110/62	98/62
	ЧСС	62	68	63	62
	ВИ	6,5	-3	2	0
	QV _m	1,0	1,2	1,3	0,93
Холодовая проба					
3	АД	108/57	105/70	96/71	99/73
	ЧСС	87	91	87	91
	ВИ	34	23	18	20
	QV _m	1,18	0,85	0,58	0,63

Таблица 4

Реакция организма на распространенные психостимуляторы шоколад (1 вариант) и кофе (2 вариант)

Вар-т	Показатели	Время			
		Значения в покое	1 мин	2 мин	3 мин
1	АД	110/78	110/72	110/78	110/80
	ЧСС	62	72	66	62
	ВИ	-26	0	-18	-29
	QVm	0,8	1,1	0,9	0,8
2	АД	98/58	108/58	98/56	98/58
	ЧСС	62	69	67	66
	ВИ	6,5	16	17	12
	QVm	1,0	1,44	1,17	1,10

На основании полученных результатов был сделан выбор направления дальнейших исследований, а именно, какие способы повышения адаптивности и работоспособности следует использовать для рассматриваемых вариантов. Исследовалась реакция организма на самые распространенные психостимуляторы: шоколад (1 вариант) и кофе (2 вариант). Результаты, полученные для 1 и 2 вариантов и представленные в таблице 4, указывают на то, что рефлекс-

торные реакции, обусловленные действием на вкусовые рецепторы, сопоставимы с реакцией на физическую нагрузку, но кратковременный характер этих реакций не способен повлиять на кровообращение и работоспособность.

Обсуждение результатов

Функциональные особенности симпатического и парасимпатического отделов ВНС, описанные выше, имеют под собой биохимические и анатомические основания. Распространение возбуждения в ВНС осуществляется с участием нейромедиаторов ацетилхолина и норадреналина, но последний встречается только в симпатическом отделе. Анатомические особенности могут проявляться в строении позвоночного столба в соответствии с локализацией сегментов спинного мозга и в развитии надпочечников, «углубляющих» возбуждение симпатического отдела выбросом норадреналина и адреналина в кровь. Надсегментарные отделы связаны с системой положительного подкрепления поведения, представленными при биохимическом рассмотрении норадреналин-, серотонин-, аденозин- и ГАМК-эргическими системами [2]. Норадреналинэргическая система оказывает эрготропное, остальные – трофотропное [3]. Биохимический уровень рассмотрения позволяет обосновать объективность индивидуальной конституции как взаимодействие и соответствие структурного (анатомического) и психического компонента.

Представленные в таблице 1 три варианта, выделенные по величине вегетативного индекса в покое соответствуют нормостеническому типу телосложения (3 вариант), астеническому типу (2 вариант) и промежуточному между нормостеническим и гиперстеническим типом телосложения (1 вариант) [4]. Вместе с тем у студентов во время экзамена ведущая роль в развитии стресса принадлежит центральным механизмам регуляции психики, что служит основой выделения вариантов назначения адаптогенов и транквилизаторов для повышения устойчивости к нагрузкам [5, 6]. Хотя в настоящей работе рассматриваются вегетативные сосудистые реакции, провоцирующим фактором выступают стрессовые интеллектуальные и психические перегрузки, и поэтому следует отметить изменение отношения участников исследования к психоактивным веществам. Во-первых, изучение биохимических основ действия психостимуляторов кофеина и теобромина (шоколад) – антагонистов аденозинэргических систем – послужило теоретической базой анализа действия других компонентов, в частности сахарозы – компонента шоколада и других высокогликемичных продуктов, приводящих к дефициту тирозина и сосудистой дистонии [7]. Основной вывод о причинах дистонии и её коррекции для 3 варианта также связан с питанием. Наиболее вероятной причиной преобладания симпатических симптомов является предпочтение белковых продуктов, относительно богатых тирозином – предшественником норадреналина, и, как следствие, наличие дефицита триптофана – предшественника серотонина. Во-вторых, по результатам изучения вегетативного обеспечения деятельности и влияния психостимуляторов (таблицы 2, 6) был сделан выбор в пользу физических нагрузок: 1 вариант – для усиления циркуляции в области надпочечников и головного мозга, 2 вариант – для улучшения состояния опорно-двигательного аппарата.

Поскольку в первом варианте углубляется преобладание парасимпатической активности, для коррекции был использован препарат на основе аминокислоты таурин (Дибикор), который взаимодействуя с оксидом азота связывает его в безопасные комплексы, а для 3 варианта было подобрано средство на основе 5-гидрокситриптофана, относящееся к классу нутрицевтиков, являющееся предшественником серотонина, и оказывающее седативное действие. После 2-х недельного курса для 1 и 3 варианта было получено стабильное улучшение самочувствия, подтверждаемое данными тонометрии в течение 4 месяцев.

Вовлеченность в исследовательский процесс сознания, психики и тела позволяет рассматривать экологические связи на нескольких уровнях: индивид - индивидуальность - личность. Индивид – это объект исследования, индивидуальность которого проявляется прежде всего в стрессовых условиях; в этом случае возбуждающие (вегетативные) воздействия сти-

мулируют сердце и надпочечники (адреналин и норадреналин), что приводит к усилению циркуляции крови и её перераспределению в пользу интенсивно работающих органов. Индивидуальность проявляется и в интенсивности реакции, и в значимости стрессирующего фактора. О личности и о её качествах можно говорить, когда объект исследования выступает и в роли исследователя, изменяющего своё поведение, несмотря на общепринятые образцы поведения, не соответствующие индивидуальным возможностям и потребностям организма. Сопоставительное изучение индивидуальности в групповой работе, изучение собственных сильных и слабых сторон, способов их коррекции, оптимальных для данных условий, является базой для развития личности и формирования культуры здоровья. Таким образом, индивидуальная (а не массовая усредненная) форма взаимодействия индивида с современной средой обитания, осознанно воспринятая личностью как образ жизни, выступает частью культуры здоровья.

Литература

1. Методы исследования вегетативных функций при изучении надсегментарных систем мозга. / Сост. А.Д.Соловьева. Под ред. А.М. Вейна. М: ММИ им. И.М.Сеченова, 1980.
2. Хомская Е.Д., Батова Н.Я. Мозг и эмоции (нейропсихологическое исследование). М.: Издательство "Российское педагогическое агентство", 1998. 268 с.
3. Клиническая токсикология детей и подростков. / Под ред. И.В. Марковой и др. СПб.: Интермедика, 1998, 304 с.
4. Ковешников В.Г., Никитюк Б.А. Медицинская антропология. К.: Здоровья, 1992. 2000 с.
5. Лесиовская Е. Е. Повышение индивидуальной устойчивости организма к комплексу экстремальных воздействий с помощью новых фармакологических средств: Автореферат дисс. д-ра мед. наук. СПб, 1993.-48 с.
6. Лесиовская Е.Е., Пастушенков Л.В. Фармакотерапия с основами фитотерапии. М.: ГЭОТАР-МЕД, 2003. 592 с.
7. Биохимические основы патологических процессов. / Под ред. Е.С. Северина. М.: Медицина, 2000. 304 с.

Математическое определение температурного поля дисперсной частицы при ее охлаждении в криогенной жидкости

к.т.н. проф. Белуков С.В., к.ф.-м.н. Некрасов А.К., Кименс П.Ю.
Университет машиностроения
8(499)267-07-14

Аннотация. Рассмотрены математические модели одномерной и двумерной задач температурного режима заморзания дисперсных частиц в криогенной жидкости.

Ключевые слова: криогранулирование, замораживание, задача теплопроводности, расчет.

Основным процессом многих технологий является замораживание. Если необходимо получить высокую скорость замораживания, которая обеспечит структурно-функциональные свойства продуктов, то лучше всего использовать метод криогранулирования. Этот метод применяют в таких областях, как нанотехнологии, медицина, биотехнологии, пищевые технологии.

Основными системами процесса криогранулирования выступают система получения и подготовки исходного продукта, система диспергирования, система криогранулирования, включающая в себя криоконсервирование и сублимационное обезвоживание и вспомогательные системы (обеспечение азотом и упаковка).

Одним из главных процессов методики расчета криогранулятора является определение