

## Зміна функціонального стану кори головного мозку учнів другого, дев'ятого, десятого класів під впливом шкільного навантаження

А. Є. Хільченко, Н. В. Кольченко, С. І. Молдавська

Лабораторія вищої нервової діяльності людини і тварин  
Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця Академії наук УРСР, Київ

В нашій країні приділяється велика увага створенню фізіологічно обґрунтованих режимів для школярів різного віку. Питання про стомлення школярів, яке неодноразово висвітлювалось у періодичній пресі, і досі залишається актуальним. Так, на XIV Всесоюзному з'їзді гігієністів (лютий 1962 р.) на великому фактичному матеріалі були показані серйозні недоліки у нормуванні праці школярів, причому особливо було підкреслено надмірне навантаження учнів старших класів. З'їзд висунув, як невідкладне завдання, необхідність розробити гігієнічні основи раціональної організації навчання і праці дітей шкільного віку.

В останні роки опубліковано чимало праць про вплив учбового дня на функціональний стан центральної нервової системи школярів (Л. С. Богаченко, 1953, 1956; А. С. Дмитрієв, 1959; А. А. Невська і О. В. Солодкіна, 1957; Л. Я. Суботкевич, 1959, та ін.), але дані окремих авторів нерідко суперечливі. Слід також відзначити, що у відомих нам працях переважно приділено увагу вивченню змін у вищій нервовій діяльності учнів молодших класів (I—IV класів) і зовсім недостатньо досліджені учні старших класів.

В раніше опублікованих наших працях показано, що рівень рухомості і працездатності коркових клітин є одним з найбільш чутливих індикаторів зміни функціонального стану кори головного мозку. Виходячи з цього, ми дослідили зміни функціонального стану кори головного мозку під впливом шкільного навантаження у учнів IX—X класів і для порівняння — у учнів II класу.

### Методика досліджень

Дослідження провадились на всіх учнях до початку і після закінчення уроків в однакових умовах.

На першому етапі у кожного дослідженого визначали рівень рухомості основних нервових процесів за методикою А. Є. Хільченка (1958, 1960). Показником стану рухомості нервових процесів була гранично коротка експозиція кадра, при якій досліджуваній давав не більше 5% помилкових відповідей на 50 подразників, адресованих першій сигнальній системі. Гранично коротка експозиція звичайно встановлювалась протягом двох днів шляхом проведення ряду тренувальних проб по 50 кадрів у кожній.

На другому етапі (третій день дослідження) учням II класу пропонували в одному досліді підряд 400, а учням IX—X класів 700 подразників, кожному — на встановлений для нього максимальний швидкості. Підраховували і порівнювали кількість помилок в досліді до і після уроків.

На третьому етапі дослідження (четвертий день) учням давали таку ж кількість подразників, як і на попередньому етапі, але з паузою в 2 хв. в середині дослід. Підраховували і порівнювали кількість помилок, зроблених досліджуваним до і після паузи при виконанні завдання до початку і після закінчення уроків. Статистична обробка результатів досліджень проведена різницею методом за допомогою критерію Стюдента.

Всього було обстежено 20 учнів II класу (10 дівчаток та 10 хлопчиків) і 21 учень IX—X класів (13 дівчат і 8 юнаків) середньої школи № 83 м. Києва.

### Результати досліджень

На першому етапі досліджень ми встановили, що рівень рухомості основних нервових процесів у учнів II і IX—X класів не однаковий. У другокласників (вік 8—9 років) рівень рухомості нервових процесів був у межах від 0,9 сек. (66 кадрів на хвилину) до 0,6 сек. (100 кадрів на хвилину). У старшокласників (вік 15—16 років) відповідні показники виявились більш високими і коливалися в межах від 0,66 сек. (90 кадрів на хвилину) до 0,44 сек. (135 кадрів на хвилину). Ця різниця пояснюється як віковими, так і індивідуально-типологічними особливостями досліджених.

Для більш зручного викладу результатів наших спостережень дослід, в якому досліджуваним давали підряд велику кількість подразників без паузи, ми будемо умовно називати першим завданням, а дослід, в якому пропонували таку ж кількість подразників, але з паузою в 2 хв. в середині роботи — другим завданням.

При підрахуванні середньої кількості помилок на кожні 50 кадрів першого завдання виявилось, що працездатність коркових клітин у учнів II класу значно нижча, ніж у учнів IX—X класів.

На рис. 1 графічно відображено зміну середньої кількості помилок на кожні 50 кадрів першого завдання у учнів II і IX—X класів. Як видно з рисунка, учні II класу (крива *a*) лише перші 50 кадрів виконують з кількістю помилок менше 5%. Далі кількість помилок різко збільшується, досягаючи максимуму після 200 кадрів. Учні IX—X класів (крива *б*) виконують 150 кадрів з кількістю помилок менше 5%. Кількість помилок збільшується поступово до 400 кадрів, але не досягає такої величини, як у другокласників. Різним рівнем працездатності кори головного мозку можна пояснити й те, що середня кількість помилок за весь дослід при виконанні першого завдання у учнів II класу більша ніж у учнів IX—X класів, хоч у другокласників перше завдання становить тільки 400 кадрів, а у старшокласників — 700 кадрів (рис. 2).

Для вивчення впливу учбового навантаження на рухомість нервових процесів порівнювали середню кількість помилок у першому завданні до і після уроків. Як видно з рис. 2, *a*, у учнів II класу середня кількість помилок після уроків не тільки не збільшилась, а навіть трохи зменшилась. Зменшення кількості помилок після уроків відбувається

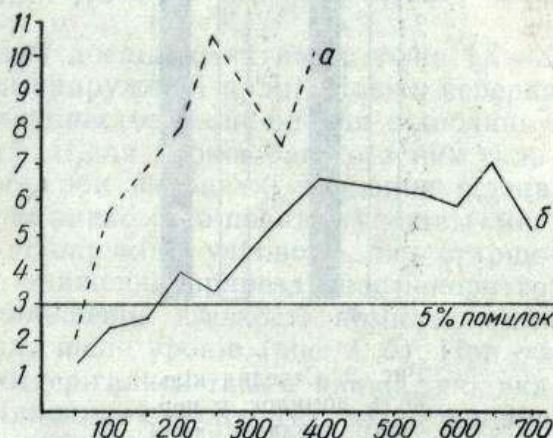


Рис. 1. Зміна середньої кількості помилок на кожні 50 кадрів при виконанні першого завдання:

*a* — учні II класу, *б* — учні IX—X класів. На горизонталі показана кількість кадрів, на вертикалі — середня кількість помилок на 50 кадрів.

з імовірністю більшою, ніж 80%, але меншою, ніж 90% ( $M = -7$ ;  $t = 1,5$ ;  $0,01 < P < 0,2$ ). У учнів IX—X класів у першому завданні середня кількість помилок після уроків значно збільшилась. Статистична обробка цих даних показала, що імовірність збільшення кількості помилок після уроків у старшокласників перевищує 99% ( $M = +23$ ;  $t = 3,1$ ;  $P < 0,01$ ).

Як видно з рис. 1, більшість помилок при виконанні тривалої роботи у учнів обох груп припадала на другу половину завдання.

При наданні в середині тривалої роботи двохвилинного відпочинку (друге завдання) до уроків у учнів як II класу, так і IX—X класів кількість по-

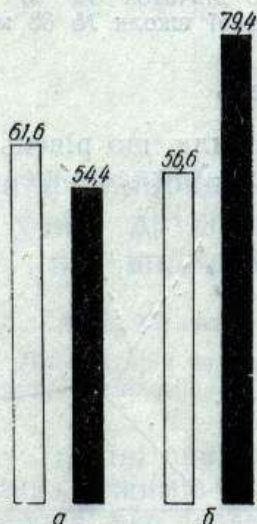


Рис. 2. Середня кількість помилок у першому завданні до і після уроків:

а — учні II класу, б — учні IX—X класів. Білі стовпці — до уроків, чорні — після уроків.

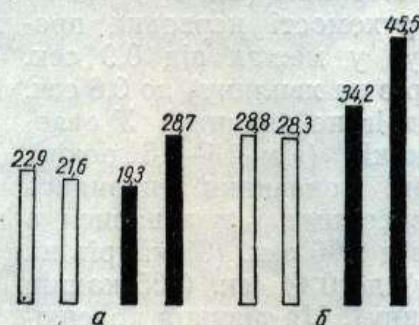


Рис. 3. Середня кількість помилок у другому завданні до і після уроків:

а — учні II класу, б — учні IX—X класів. Білі стовпці — до уроків, чорні — після уроків. Між кожною парою стовпців пауза в 2 хв.

милок у другій половині роботи після паузи не збільшувалась (рис. 3). При виконанні такого ж другого завдання наприкінці учбового дня кількість помилок після паузи в обох групах дітей збільшувалась (рис. 3). Імовірність збільшення кількості помилок після паузи (після уроків) у другокласників більша, ніж 99,9% ( $M = +9,4$ ;  $t = 6,2$ ;  $P < 0,001$ ), у старшокласників вона перевищує 99% ( $M = +11,3$ ;  $t = 3,6$ ;  $P < 0,01$ ). З цього можна зробити висновок, що двохвилинний відпочинок до уроків приводив до цілковитого відновлення функціональної працездатності клітин кори головного мозку, яка знижується в зв'язку з виконанням тривалої роботи, тоді як після уроків такий самий відпочинок виявився неефективним.

### Обговорення результатів досліджень

При дослідженні рухомості основних нервових процесів і працездатності кори головного мозку у учнів II, IX і X класів можна було простежити, як учбове навантаження впливає на перебіг коркових процесів. У учнів старших класів після закінчення учбового дня відзначались значні зміни функціонального стану кори мозку, які проявлялись у зниженні рівня рухомості нервових процесів і функціональної працездатності коркових клітин. Про зниження рухомості нервових процесів свідчить збільшення кількості помилок у першому завданні після уроків. При аналізі характеру цих помилок виявилось, що у шести учнів переважало збільшення кількості помилок за типом «натиснув на гальмівний подразник», а у 13 підлітків переважно збільшилась кількість помилок

за типом «не натиснув на позитивний подразник». Очевидно, тут відіграли роль виявлені в різній формі порушення гальмівного процесу, а саме: ослаблення процесу внутрішнього гальмування у тих шести учнів, у яких в кінці учбового дня збільшилась кількість помилкових натиснень на гальмівні подразники, і розвиток позамежного гальмування у 13 учнів, які часто не натискували кнопки на позитивні подразники. В цьому відношенні наші дані узгоджуються з даними В. А. Нові (1956), яка виявила порушення гальмівних процесів у людей після інтенсивної розумової праці. Л. С. Богаченко, А. С. Дмитрієв також відзначали ослаблення процесу внутрішнього гальмування, порушення взаємовідношень між збуджувальним і гальмівним процесами і, нарешті, наростання позамежного гальмування у дітей — школярів в кінці учбового дня, особливо після другої зміни.

Слід відзначити, що учбовий день досліджених нами учнів IX—X класів складався з шести-семи годин напруженої праці. Навіть перерви між уроками вони майже завжди використовували не для відпочинку, а для підготовки до чергового уроку. Після уроків багато з них скаржились на головний біль, стомлення, при виконанні завдання відзначали труднощі, які ніколи не виникали ранком, до початку уроків («мигтить в очах», «руки дрижать» і т. ін.). Наприкінці учбового дня у старшокласників помічалось також значне зниження працездатності кори головного мозку, про що свідчить збільшення кількості помилок після паузи при виконанні другого завдання після уроків (рис. 3, б). При обслідуванні учнів старших класів спостерігались також явища, які вказували на неповноцінність нічного відпочинку — сну. Так, якщо порівняти середню кількість помилок до уроків у першому завданні (робота без перерви) з середньою кількістю помилок у другому завданні (з двохвилинною перервою в середині), то видно, що вони майже однакові: 56,6 помилок у першому завданні (рис. 2) і 57,1 помилок у другому завданні (рис. 3). Втім у учнів II класу при виконанні другого завдання назавтра після першого завдання можна було спостерігати прояви тренування: якщо в першому завданні до уроків середня кількість помилок дорівнювала 61,6 (рис. 2), то в другому завданні, яке досліджувані виконували наступного дня до уроків, середня кількість помилок становила 44,5 (рис. 3).

Відсутність поліпшення роботи при виконанні другого завдання, порівняно з першим, у учнів IX—X класів слід пояснити розвитком у них більш глибокого стомлення і недостатнім відновленням працездатності кори головного мозку після сну. Одного разу, при обслідуванні старшокласників, нам довелося спостерігати цікавий випадок: учениця Ольга К. прийшла на дослід після уроків дуже стомлена, скаржилась на головний біль. При виконанні першого завдання протягом усього досліду досліджувана натискувала на кнопки не у відповідності з інструкцією, а навпаки, тобто на квадрат — лівою рукою, а на коло — правою. Але після закінчення роботи виявилось, що вона добре пам'ятає інструкцію і впевнена в тому, що завдання виконувала правильно.

Аналогічне явище А. Є. Хільченко (1960) спостерігав при дослідженні рухомості нервових процесів у хворих, що перебували в гіпноїдному стані, і описав його як одну з гіпноїдних фаз — фазу переключення, коли ослаблена коркова клітина на позитивний подразник відповідає гальмуванням, а збудження під впливом позитивної індукції виникає у функціонально зв'язаних клітинах мозку і відповідь переключається на інший ефектор. Отже, функціональний стан кори головного мозку у обслідуваних нами старшокласників в кінці учбового дня значно погіршився.

Дані, одержані при обслідуванні учнів II класу, були на перший погляд дещо суперечливі: з одного боку, при виконанні першого завдання після уроків кількість помилок не тільки не збільшувалась, а навіть зменшувалась (рис. 2, а). Діти після уроків прибігали на дослідження жваві, рухливі, ніколи не скаржились на стомлення. Проте, при виконанні другого завдання в кінці учбового дня кількість помилок після паузи збільшувалась, тоді як ранком після паузи такої ж тривалості збільшення кількості помилок не відзначалось (рис. 3, а).

Краще виконання першого завдання після уроків ми схильні пояснити впрацьовуванням, що розвивається в процесі денної діяльності. Збільшення кількості помилок після паузи в кінці учбового дня свідчить про деяке зниження працездатності кори головного мозку досліджених нами учнів II класу під впливом учбового дня, яке, проте, виявилось значно меншим, ніж у старшокласників. Менш глибокі зміни функціонального стану кори головного мозку у учнів II класу, порівняно з учнями IX—X класів, можна пояснити раціонально складеним розкладом уроків у другому класі і активним відпочинком під час перерв. Шкільний день другокласників складався з чотирьох уроків, причому під час двох останніх уроків учні займалися фізкультурою, співом, малюванням, що не потребувало великого нервового напруження.

Під час перерв діти активно відпочивали (співали, бігали, гралися), на одній з перерв вони одержували гарячий сніданок.

### Висновки

1. Застосована нами методика є адекватною для оцінки змін функціонального стану кори головного мозку учнів під впливом шкільного навантаження.

2. При дослідженні рухомості основних нервових процесів і працездатності кори головного мозку учнів II, IX і X класів спостерігався виразний вплив учбового навантаження на перебіг коркових процесів.

3. У учнів IX—X класів наприкінці учбового дня значно знижуються функціональна працездатність кори головного мозку і рухомість основних нервових процесів, що треба пояснити учбовим перевантаженням і недостатнім відпочинком.

4. У учнів II класу зниження функціональної працездатності кори головного мозку під впливом шкільного навантаження проявляється значно слабкіше, ніж у учнів IX—X класів.

5. Одержані дані свідчать про надмірне учбове перевантаження в IX—X класах і про наявність відносно раціонального режиму для учнів II класу обслідуваної нами школи.

### ЛІТЕРАТУРА

- Богаченко Л. С., Журн. высшей нервной деят., т. III, в. 2, 1953, с. 203; Труды ин-та высшей нервной деят., т. II, 1956, с. 209.  
 Дмитриев А. С., в сб. «Режим дня детей и подростков», изд. АПН, 1959, с. 28.  
 Невская А. А. и Солодкина О. В., в сб. «Физиология и биохимия нервной системы и мышцы», Ленгосуниверситет, Ученые записки, 1957, с. 174.  
 Суботкевич Л. Я., в сб. «Режим дня детей и подростков» изд. АПН, 1959, с. 45.  
 Хильченко А. Е., Журн. высшей нервной деят., т. VIII, в. 6, 1958, с. 945; Фізіол. журн. АН УРСР, т. V, в. 1, 1960, с. 21.  
 Хильченко А. Е., Молдавська С. І., Кольченко Н. В., Фізіол. журн. АН УРСР, т. VII, № 4, 1962.  
 Нові В. А., Фізіол. журн. АН УРСР, т. II, № 5, 1958, с. 57.

Надійшла до редакції  
9. IV 1962 р.

## Изменение функционального состояния коры головного мозга учеников второго, девятого и десятого классов под влиянием школьной нагрузки

А. Е. Хильченко, Н. В. Кольченко, С. И. Молдавская

Лаборатория высшей нервной деятельности человека и животных  
Института физиологии им. А. А. Богомольца Академии наук УССР, Киев

### Резюме

Проведено исследование изменений функционального состояния коры головного мозга под влиянием школьной нагрузки у учеников IX—X классов и учеников II класса.

У каждого испытуемого в течение двух дней определялся уровень подвижности нервных процессов по методике А. Е. Хильченко. На третий день ученикам II класса предъявлялось подряд 400, а ученикам IX—X класса — 700 раздражителей, каждому на установленной для него максимальной скорости. Учитывалось и сравнивалось количество ошибок в опыте до и после уроков. На четвертый день предъявлялось то же количество раздражителей, но с паузой в середине работы. Сравнивалось количество ошибок до и после паузы в задании, выполненном до и после уроков. Результаты обработаны статистически при помощи критерия Стьюдента. Всего обследовано 20 учеников II класса и 21 ученик IX—X классов.

Установлено, что уровень подвижности нервных процессов у учеников II класса (предельно короткая экспозиция кадра 0,9—0,6 сек.) ниже, чем у учеников IX—X классов (предельно короткая экспозиция 0,66—0,44 сек.). Функциональная работоспособность коры мозга у учеников II класса также ниже, чем у учеников IX—X классов.

Под влиянием учебного дня у учеников IX—X классов отмечается значительное снижение работоспособности коры головного мозга и подвижности нервных процессов, развитие запредельного торможения. Полученные данные свидетельствуют о чрезмерно большой нагрузке в IX—X классах и об относительно рациональном режиме для учеников II класса обследованной нами школы.

## Changes in the Functional State of the Cerebral Cortex in Pupils of Grades II, IX and X under the Influence of School Loading

A. E. Khilchenko, N. V. Kolchenko and S. I. Moldavskaya

Laboratory of higher nervous activity of man and animals of the A. A. Bogomoletz  
Institute of Physiology of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev

### Summary

The authors investigated the changes in the functional state of the cerebral cortex under the influence of school loading in pupils of grades IX—X and II. In all, 20 grade II pupils and 21 grade IX—X pupils were investigated.

On determining the level of mobility of the basic neural processes by A. E. Khilchenko's method, it was found that the mobility level is lower in grade II pupils than in senior pupils. The functional capacity of the cerebral cortex was also lower in the former.