Рентгенокімографічне вивчення впливу фізичного навантаження на діяльність серця у дорослих людей

Г. Ю. Коваль

Для визначення працездатності серцево-судинної системи тепер поряд з іншими методами користуються і рентгенокімографією.

Перевагою рентгенокімографічного методу є можливість об'єктивно реєструвати форму, розміри серця та його скорочення у живої людини. Метод заснований на записі рухів контурів серця за допомогою рентгенівського проміння на фоточутливій плівці.

Найкраще уявлення про функціональну здатність серця можна дістати при вивченні змін його діяльності під впливом навантаження (Г. Ф. Ланг, 1936; С. П. Летунов і Р. Є. Мотилянська, 1951; Л. І. Фогельсон, 1951). Як рентгенокімографічними показниками працездатності серця багато дослідників користуються визначенням змін розмірів серця, амплітуд і частоти його скорочень під впливом навантаження.

Однак у трактуванні змін розмірів серця й амплітуди серцевих скорочень як функціональних показників є суперечливі думки.

Сприятливим показником діяльності серця більшість авторів (М. М. Владисик, 1939; О. О. Городецький, 1940; С. П. Летунов і Р. Є. Мотилянська, 1951, і ін.) вважає зменшення розмірів серця під впливом навантаження і несприятливим показником — збільшення його розмірів. Проте деякі автори (О. О. Городецький, 1940; Н. В. Потте, 1951) спостерігали збільшення розмірів серця і у здорових осіб без наявності у них інших ознак порушення функції системи кровообігу.

Сприятливим показником працездатності серця вважають також збільшення амплітуди його скорочень під впливом навантаження і несприятливим показником — зменшення амплітуди (М. М. Владисик і Б. М. Сосіна, 1939; Є. М. Гельштейн, 1937; П. П. Готтгардт, 1929). Поряд з цим зменшення амплітуди скорочень спостерігали (М. М. Владисик, 1939) і в добре тренованих спортсменів після навантаження максимальної інтенсивності — бігу на 25 *км*.

Для уточнення вказаних вище рентгенокімографічних показників ми провели у 1953 р. дослідження великої групи спортсменів. Проте на підставі цієї роботи не можна було твердити, що виявлені у спортсменів закономірності поширюються і на осіб без попереднього спеціального тренування.

Наведені нижче дані, які були нами здобуті за останній час, дозволяють зробити висновок, що виявлені закономірності змін рентгенокімографічних показників в основному є спільними як для спортсменів, так і для осіб без спеціального тренування. Ці показники залежать від функціональної здатності серцево-судинної системи досліджуваного в момент проведення дослідження.

В цій праці ми викладаємо результати дослідження 34 дорослих осіб чоловічої статі віком від 20 до 46 років. До цієї групи увійшли здорові особи (співробітники експериментальних майстерень при Інституті фізіології ім. О. О. Богомольця Академії наук УРСР, військовослужбовці, що були на контрольному обслідуванні в одному з госпіталів), а також особи, що проходили курс лікування в цьому госпіталі перед випискою їх в зв'язку з одужанням.

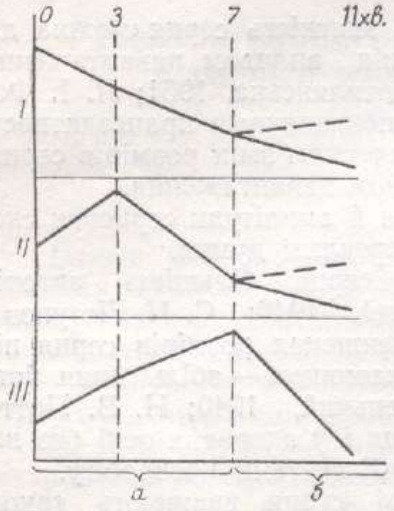
Як навантаження була застосована їзда на ерговелосипеді. В осіб, які виконували роботу на ерговелосипеді без ознак помітного стомлення, їзда тривала 7 хв. Виконана робота в середньому становила 2500 кілограмометрів.

Якщо у досліджуваних під час їзди виявлялись ознаки значного стомлення, то роботу припиняли на третій хвилині. Величина навантаження при цьому в середньому становила 1000 кілограмометрів. Дослідження провадили в динаміці. Рентгенокімограми знімали до навантаження, на різних етапах роботи (на першій, третій і сьомій її хвилинах) і на четвертій хвилині відпочинку після роботи. Всього у кожного досліджуваного протягом дослідження знімали 4-5 рентгенокімограм. Одночасно з рентгенокімографією визначали артеріальний кров'яний тиск методом Короткова.

На рентгенокімограмах ми вивчали зміни лінійних розмірів серця (довжника, скісного і поперечного розмірів), амплітуди і частоти його скорочень.

Зміни розмірів серця

Під впливом навантаження лінійні розміри серця у різних осіб змінювались по-різному. Для більш детального вивчення змін ми провели графічне їх дослідження. По вертикалі відмічали розміри серця в сантиметрах, по горизонталі — час дослідження в хвилинах.



Зміни розмірів серця під впливом навантаження.

а—під час роботи; *б* — під час відпочинку. *I, II, III* — різні типи спостережуваних змін.

При аналізі змін розмірів до навантаження, на третій і сьомій хвилинах роботи і на четвертій хвилині відпочинку ми встановили три типи змін розмірів серця (див. рисунок).

Перший тип характеризувався зменшенням цих розмірів на протязі роботи; другий тип — збільшенням розмірів серця на початку навантаження з наступним їх зменшенням в кінці роботи звичайно до величин, менших за вихідні; третій тип — збільшенням розмірів серця на протязі роботи.

Найчастіше розміри серця змінювались за першим типом, рідше за другим і ще рідше за третім типом. Отже, найчастіше, тобто при змінах першого і другого типів, в кінці навантаження розміри серця були менші, ніж вихідні, в середньому на 8—9 *мм* (зменшення коливалось в межах від 1 до 19 *мм*). Значно рідше, звичайно при змінах третього типу, розміри серця збільшувались проти вихідних в середньому на 4—6 *мм* при коливаннях від 1 до 10 *мм*. В період відпочинку, незалежно від типу змін, розміри серця звичайно були менші, ніж вихідні, в середньому на 7—8 *мм*.

У частини досліджуваних (у 26 з 34 досліджених осіб) ми провадили додаткове дослідження на першій хвилині роботи (крім дослідження до навантаження, на третій і сьомій хвилині роботи та на четвертій хвилині відпочинку). При цьому виявилось, що в осіб, які добре переносили навантаження (20 чол. з 26) короткочасне збільшення розмірів серця на першій хвилині роботи спостерігалось набагато частіше (у 10 чол. з 20), ніж на третій хвилині роботи (у 3 чол. з 20). У шести досліджуваних, які в зв'язку з появою ознак значного стомлей-

ня працювали тільки три хвилини замість семи, короткочасне збільшення розмірів серця на першій хвилині роботи спостерігалось дуже рідко (в одного з шести). У більшості з них (у п'яти осіб) розміри серця зменшувались на протязі всього навантаження. На третій хвилині роботи розміри серця у всіх шести осіб стали меншими, ніж вихідні.

На підставі викладеного можна прийти до висновку, що короткочасне збільшення розмірів серця на початку навантаження виявляється тим частіше, чим у більш ранні періоди роботи проведене дослідження. Короткочасне збільшення розмірів серця на початку навантаження значно частіше спостерігається в осіб, які добре переносять навантаження, і майже не було відзначене в осіб, у яких під час роботи з'являлись ознаки значного стомлення (задишка, слабість, головокружіння, серцебиття, рясне потовиділення, різке почервоніння або збліднення шкірних покривів).

Отже, короткочасне збільшення розмірів серця на початку роботи, яке змінюється наступним їх зменшенням в кінці роботи, за даними наших досліджень, не тільки не є показником зниженої функції серця, а, навпаки, свідчить про кращий його функціональний стан у порівнянні з тими випадками, коли зменшення розмірів спостерігається на протязі всього навантаження. Водночас збільшення розмірів серця на протязі всього навантаження свідчить про його знижену працездатність.

Зміни амплітуди серцевих скорочень

Під впливом навантаження у досліджених осіб середня амплітуда серцевих скорочень за контуром лівого шлуночка змінювалась на протязі роботи по-різному: при вихідній величині в середньому 3,7 *мм* вона коливалась від 1,5 до 7 *мм*. В кінці навантаження найчастіше спостерігалося збільшення амплітуди серцевих скорочень у порівнянні з її вихідною величиною в середньому на 1,2 *мм*, причому це збільшення коливалось в межах від 0,2 до 3 *мм*. Рідше відзначалося зменшення амплітуди скорочень в середньому на 1 *мм* при коливаннях від 0,1 до 2,6 *мм*. При цьому у всіх досліджуваних (6 осіб), які погано переносили навантаження і у яких воно було припинене в зв'язку з ознаками значного стомлення на третій хвилині (замість сьомої), амплітуда серцевих скорочень в кінці навантаження зменшилась. Таким чином, за даними наших досліджень, збільшення амплітуди серцевих скорочень в кінці навантаження є сприятливим функціональним показником, а зменшення — несприятливим.

Зміни частоти серцевих скорочень і величини артеріального кров'яного тиску

Під впливом навантаження змінювались частота серцевих скорочень і рівень артеріального кров'яного тиску.

Частота серцевих скорочень наприкінці навантаження збільшувалась. При цьому почастішання скорочень індивідуально коливалось в межах від 6 до 84 скорочень у хвилину. В середньому воно становило 46 скорочень у хвилину при вихідній частоті в середньому в 70 скорочень. В період відпочинку частота скорочень зменшувалась, але на четвертій хвилині його у більшості досліджуваних вона ще була трохи вищою за вихідну, в середньому на 13 ударів у хвилину.

Пульсовий тиск у всіх досліджуваних зростав як в результаті підвищення рівня максимального тиску, так і внаслідок зниження рівня мінімального тиску.

Збільшення пульсового тиску було різним. Воно коливалось в межах від 25 до 120 *мм* рт. ст. і в порівнянні з вихідною величиною (53 *мм* рт. ст.) в середньому становило 72 *мм*. Найчастіше спостерігалось помірне збільшення пульсового тиску в порівнянні з вихідною величиною, а саме у півтора раза за нормотонічним типом. Рідше пульсовий тиск значно збільшувався, приблизно в 2—2,5 раза, частіше за дистонічним, рідше за гіпертонічним типом.

В період відновлення пульсовий тиск зменшувався в порівнянні з показником його наприкінці роботи, але у більшості досліджуваних все ж перевищував вихідну величину.

Більш значне почастішання серцевих скорочень (на 60—120 ударів у хвилину) і різке збільшення пульсового тиску (за дистонічним, рідше гіпертонічним типом — в 2—2,5 раза) звичайно спостерігались в осіб, які погано переносили навантаження. При цьому у них відзначався ряд об'єктивних і суб'єктивних ознак стомлення (задишка, серцебиття, головокружіння, значна пітливість, різке почервоніння або збліднення шкірних покривів). Дуже рідко ці ознаки спостерігались в осіб з іншими сприятливими функціональними показниками діяльності серцево-судинної системи. У цих осіб звичайно не було зовнішньо вираженої реакції на навантаження, і вони не відчували суб'єктивних ознак стомлення. Збільшення кількості серцевих скорочень і підвищення пульсового тиску у більшості досліджуваних на початку навантаження наростали швидше, ніж в кінці роботи.

Щоб мати більш повне уявлення про працездатність серцево-судинної системи, ми зіставили дані рентгенокімографії, тобто зміни розмірів серця, амплітуди і частоти серцевих скорочень, із змінами рівня артеріального кров'яного тиску. При цьому враховували дані рентгеноскопії і загальноклінічного дослідження. Виявлені при цьому поєднання показників можуть у більшій мірі відбити справжній функціональний стан серцево-судинної системи, ніж кожний з цих показників, взятий відокремлено від інших.

На підставі проведеного аналізу були встановлені закономірності сполучень окремих функціональних показників.

1. Поєднання зменшення розмірів серця в кінці навантаження з попереднім їх короткочасним збільшенням або без нього із збільшенням амплітуди в кінці навантаження проти вихідної величини з помірним почастішанням пульсу і нормотонічним типом реакції кров'яного тиску звичайно спостерігалось у досліджуваних, які переносили навантаження без явищ стомлення. Сполучення цих ознак ми розцінюємо як показник хорошої функції серцево-судинної системи і тренованості організму.

2. Сполучення зменшення або збільшення розмірів серця у відповідь на навантаження із збільшенням амплітуди скорочень в кінці навантаження із значним почастішанням скорочень серця і великою реакцією кров'яного тиску (звичайно за дистонічним або гіпертонічним типами) спостерігалось у осіб, які переносили навантаження без зовнішніх ознак стомлення або з вираженою реакцією на нього. Таке поєднання ознак ми розглядаємо як показник деякого зниження функціональної здатності серцево-судинної системи або недостатньої тренованості досліджуваного.

3. Зменшення або збільшення розмірів серця на протязі навантаження поєднувалось із зменшенням амплітуди серцевих скорочень наприкінці навантаження при значному почастішанні серцевих скорочень і великій реакції кров'яного тиску за дистонічним або гіпертонічним типом у всіх осіб, які працювали тільки три хвилини замість семи через явища значного стомлення, а також у більшості осіб, які пере-

несли навантаження тривалістю 7 хв. з вираженою загальною реакцією на нього.

Таке сполучення ознак ми розглядали як несприятливий показник функції серцево-судинної системи і як свідчення її недостатньої тренованості або несталого ще стану в період відновлення працездатності після перенесеної хвороби або під час захворювання.

Цікаво відзначити, що при дослідженні за цією самою методикою осіб інших вікових груп — дітей 5—13 років, підлітків 14—16 років і юнаків 17—19 років — нами були виявлені такі самі, як і у дорослих людей, зміни розмірів серця, амплітуди і частоти серцевих скорочень та рівня артеріального кров'яного тиску, які описані нами в цій статті. Однак абсолютні вихідні величини і величини змін перелічених вище показників при навантаженні мали, незважаючи на індивідуальні відмінності, характерні для кожної вікової групи особливості. Сполучення змін рентгенокімографічних ознак (розмірів серця, амплітуди і частоти серцевих скорочень) та рівня артеріального кров'яного тиску, тобто показників, які відображають функціональний стан системи кровообігу, виявились в осіб перелічених вікових груп в основному такими самими, як і у дорослих.

ЛІТЕРАТУРА

Владысик М. М., Клиническое значение комплексного исследования сердечно-сосудистой системы с помощью рентгенографии и электрокардиографии, Сов. мед., № 1, 1939.

Владысик М. М. и Сосина Б. М., Клиническая рентгенокимография сердца, Госиздат БССР, 1939.

Гельштейн Е. М., Клиническое значение рентгенокимографии сердца Биомедгиз, 1937.

Городецкий А. А., Рентгенокимографическое изучение влияния нагрузки на сердце. Дисс., Башкирский мед. институт, Уфа, 1940.

Коваль Г. Ю., Вплив фізичного навантаження на діяльність серця, Мед. журн. АН УРСР, т. 23, в. 6, 1953.

Ланг Г. Ф., Функциональная диагностика. В статье «Серце» БМЭ, т. XXX, 1936.

Летунов С. П. и Мотылянская Р. Е., Врачебный контроль в физическом воспитании, Изд-во «Физкультура и спорт», М., 1951.

Потте Н. В., Рентгенологическое наблюдение над сердцем у спортсменов, Клин. мед., т. XXIX, № 5, 1951.

Фогельсон Л. И., Болезни сердца и сосудов, Изд-во АМН СССР, М., 1951.

Gotthardt P. P., Kymodensographische Untersuchungen des Herzens, Fortschritte Röntgenetrahlen, Bd. XXXIX, H. I, 1929.

Київський інститут удосконалення лікарів, кафедра рентгенології

Інститут фізіології ім О. О. Богомольця Академії наук УРСР, лабораторія біофізики

Рентгенокимографическое изучение влияния физической нагрузки на деятельность сердца у взрослых людей

Г. Ю Коваль

Резюме

Нами были обследованы 34 лица мужского пола в возрасте от 20 до 46 лет, не подвергавшиеся специальной физической тренировке. Работа проводилась на базе Института физиологии им. А. А. Богомольца Академии наук УССР и одного из госпиталей.

Целью исследования являлось уточнение некоторых рентгенокимографических показателей деятельности сердца. В качестве функциональной пробы применялась езда на эрговелосипеде. Лица, хорошо переносившие нагрузку, работали в течение семи минут и выполняли нагрузку,

равную в среднем 2500 килограммометров. Лицам, у которых во время работы появились признаки значительного утомления, нагрузка была прекращена на третьей минуте и составляла в среднем 1000 килограммометров. Исследование проводилось в динамике: до нагрузки, по этапам работы (на первой, третьей и седьмой минутах работы) и в период отдыха (на четвертой минуте после работы). Одновременно с рентгенокимографией определялся уровень артериального кровяного давления.

На основании полученных данных можно придти к заключению, что наблюдаемое в начале нагрузки кратковременное увеличение размеров сердца, сменяющееся их уменьшением к концу нагрузки, не только не является показателем плохой функции сердца, но и свидетельствует о лучшей работоспособности его, чем уменьшение размеров на протяжении всей нагрузки.

Увеличение амплитуды сердечных сокращений к концу нагрузки по сравнению с исходной величиной является хорошим функциональным показателем, а уменьшение — показателем пониженной деятельности сердца, что согласуется с литературными данными.

Резкое увеличение частоты сердечных сокращений и величины пульсового давления под влиянием нагрузки являются худшим показателем функции сердечно-сосудистой системы, чем умеренное их нарастание. Эти данные находят подтверждение в литературе.

Более полное представление о функциональной способности сердечно-сосудистой системы дают не отдельные признаки, а комплексное их изучение. С этой целью мы сопоставили рентгенокимографические данные (изменения размеров сердца, амплитуды и частоты сердечных сокращений) с изменениями артериального кровяного давления при учете данных рентгеноскопии и общеклинического исследования. При этом мы установили определенные закономерности сочетаний перечисленных выше функциональных признаков.

Показателем хорошей работоспособности сердечно-сосудистой системы можно считать следующее сочетание: уменьшение размеров сердца к концу нагрузки с предшествующим кратковременным увеличением или без него с увеличением амплитуды сердечных сокращений, умеренным учащением пульса и небольшой реакцией кровяного давления (по нормотоническому типу).

Показателем некоторого снижения функциональной способности сердечно-сосудистой системы можно считать следующее сочетание: уменьшение или увеличение размеров сердца на протяжении работы с увеличением амплитуды сердечных сокращений к концу нагрузки со значительным учащением пульса и большой реакцией кровяного давления (обычно по дистоническому либо гипертоническому типам).

Неблагоприятным показателем функционального состояния сердечно-сосудистой системы можно считать следующее сочетание: уменьшение или увеличение размеров сердца на протяжении работы, уменьшение амплитуды сокращений к концу нагрузки со значительным учащением сердцебиений и большой реакцией кровяного давления (по дистоническому либо гипертоническому типу).