

Формування мінібульб в умовах кліностагування і контролю

	Кількість експлантів з мінібульбами	Кількість експлантів без мінібульб	Кількість експлантів з мінібульбами	Кількість експлантів без мінібульб
	сорт «Світанок Київський»		сорт «Лугівський»	
Контроль (n = 12)	2	10	2	10
Кліностаг (n = 12)	4	8	3	9

Виявлені феномени свідчать про різкі зміни вуглеводного обміну при комбінованій дії стресорного чинника (кліностагування) і модифікованих умов вирощування.

1. Кордюм Е. Л., Сытник К. М., Белявская Н. А. и др. Современные проблемы космической клеточной фитобиологии. — М.: Наука, 1994.
2. Сытник К. М., Кордюм Е. Л., Машинский А. Л. и др. Ультраструктура клеток *Chlorella pyrenoidosa* (штамм g-11-1), растущих длительное время в условиях космического полета. // Докл. АН УССР. Сер. Б.—1979.—№ 4.—С. 311—315.
3. Сытник К. М., Кордюм Е. Л., Недуха Е. М. и др. Растительная клетка при изменении геофизических факторов. — Киев: Наук. думка, 1984.—136 с.
4. Brown C. S., Piastuch W. C. Starch metabolism in germinating soybean cotyledons is sensitive to clinorotation // Plant Cell Environ.—1994.—17.—Р. 341—344.
5. Claasen D. E., Spooner B. S. Impact of altered gravity on aspects of cell biology // Intern. Rev. Cyt.—1994.—156.—Р. 301—373.

6. Halstead T. W., Dutcher F. R. Experiments of plants grown in space: status and prospects // Ann. Bot.—1984.—54.—Р. 3—18.
7. Kordyum E. L., Baranenko V. V., Nedukha E. M., Samoilov V. M. Development of potato minitubers in microgravity // Plant. Cell. Physiol.—1997.—38(10).—Р. 1111—1117.
8. Kordyum E. L., Nedukha E. M., Sytnik K. M., Mashinsky A. L. Optical and electron-microscopic studies of the *Funaria hygrometrica* protonema after cultivation for 96 days in space // Adv. Space. Res.—1981.—1.—Р. 159—162.
9. Moore R., Fondren W., McClelen C. E., Wang C. L. Influence of microgravity on cellular differentiation in root caps of *Zea mays* // Amer. J. Bot.—1987.—74.—Р. 1006—1012.
10. Murashige T., Scoog F. A revised medium for rapid grows and bioassays with tobacco tissue cultures // Physiol. Plant.—1962.—15, N 13.—Р. 473—497.
11. Tibbits T. W., Alford D. K. Controlled ecological life support system: Use of higher plants. — MoffettField, CA: Ames Research Center, 1982.—NASA conf. Pub. 2231.
12. Tibbits T. W., Cao W., Wheeler R. M. Growth of potatoes for CELSS. — Ames Research Center, 1994.—CONTRACT NCC2-301.

FORMATION OF POTATO MINITUBERS UNDER INFLUENCE OF CLINOROTATION

I. V. Vasylytsov

Explants of the sterile propagated plants of potato (*Solanum tuberosum* L.) cv. «Svitanok Kyivskyi» and «Lugovskiy» were cultivated on agar medium during 62 days in condition of the control and clinorotation. Minitubers were formed in both variants. Quantity of minitubers did not differ essentially. Nevertheless in anatomical and morphological attributes of epidermal cells and cells of storage parenchyma the essential differences are revealed.

УДК 612.82

ЗАВИСИМОСТЬ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МЫШЦ ОТ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ

© Е. А. Ильченко, О. А. Шугуров, С. Г. Ефанова

Дніпропетровський державний університет

Досліджується рухова реакція пальців верхньої кінцівки людини за умови змін кровопостачання працюючих м'язів через пневматичний вплив на плечову артерію (за допомогою манжети). Збільшення тиску в манжеті, яке зменшує кровопостачання пальців, приводить до зменшення амплітуд динамограм і зсуву максимуму відгуку до нижчого діапазону частот. Таким чином, можна вважати, що має місце прямий зв'язок між працездатністю пальців кінцівок та рівнем їхнього кровопостачання.

Известно, что энергия, необходимая для мышечной деятельности, освобождается главным образом в результате окисления органических веществ в мышцах. Поэтому потребность в кислороде при работе мышц будет неизменно возрастать. Поскольку кислород доставляется кровью, то и кровоснабжение активных органов, в особенности скелетных

мышц, должно быть при работе увеличенным. В проведенных ранее исследованиях [1—4] уже обсуждалась проблема работоспособности мышц руки человека в разных условиях их стимуляции.

В описанных ниже опытах рассматривались эффективность сокращения, вызванного ритмической стимуляцией мышц отдельных пальцев руки при

сдавливании плечевой артерии. Предполагалось, что изменения кровоснабжения работающих мышц посредством пневматического воздействия (манжета) на плечевую артерию покажут зависимость ответной реакции от степени поступления крови к исследуемой системе.

Исследования проводились на 15 практически здоровых людях в возрасте от 18 до 25 лет.

В опытах на верхней конечности у человека регистрировали динамограммы (ДМГ) сгибания различных пальцев (среднего, безымянного, указательного), вызванных низкочастотной электростимуляцией соответствующих активных точек в области предплечья. Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1.

Правая рука испытуемого закреплялась в специальном устройстве. Фиксировали кисть, локтевую часть и все пальцы, кроме работающего. На этот палец надевали петлю. Жесткая нить, связанная с петлей, перебрасывалась через блок, один конец ее прикреплялся к грузу (20 или 40 г), другой конец связывался с ферромагнитным сердечником, расположенным внутри катушки контура автогенератора. Сгибание пальца приводило к перемещению сердечника, изменяя частоту генератора. Находили точку расположения активного электрода путем подачи прямоугольных электрических импульсов (30—40 В), добиваясь при этом сокращения мышц пальцев.

Испытуемому накладывали пластинчатые электроды с марлевыми прокладками, смочив их в однопроцентном растворе NaCl, и прибинтовывали резиновыми бинтами.

После детектирования и последующего усиления полученные импульсы поступали на вход осциллографа и одновременно на вход крейта КАМАК. Кроме того, передним фронтом импульса динамограммы запускался формирователь импульса, с выхода которого электронный синхроимпульс прямоугольной формы поступал на вход запуска электронного стимулятора, выдающего (с установленной заранее задержкой) раздражающий импульс, вызывающий сокращения исследуемого пальца.

В каждом варианте опытов использовались различные по длительности задержки импульсов генератора, так что частота самовозбуждения мышцы в среднем составляла от одного до десяти импульсов в секунду.

В исследованиях с нарушением кровообращения на плечевую артерию накладывали манжету тонометра и нагнетали воздух в нее (до 180 мм рт. ст.). Сдавливание плечевой артерии проводилось с разными временными интервалами от 3 до 5 мин.

Путем сравнения полученных ДМГ при одинако-

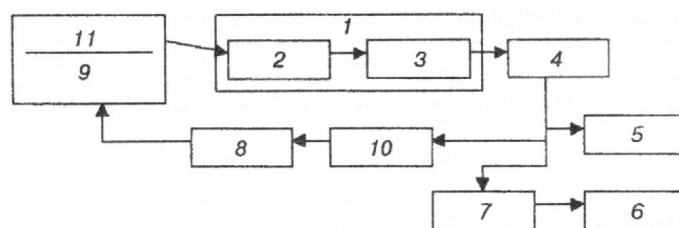


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 — автогенератор частоты, 2 — измерительный генератор, 3 — частотный детектор, 4 — усилитель, 5 — осциллограф, 6 — ЭВМ, 7 — крейт КАМАК, 8 — блок задержки ЭСУ-2, 9 — раздражающие электроды, 10 — формирователь импульса, 11 — рука

вых частотах стимуляции активных точек предплечья без и при сдавливании плечевой артерии на исследуемой руке с разными временными интервалами сдавливания (от 3 до 5 мин) определяли диапазон частот для каждого пальца, в котором выполняемая работа была максимальной.

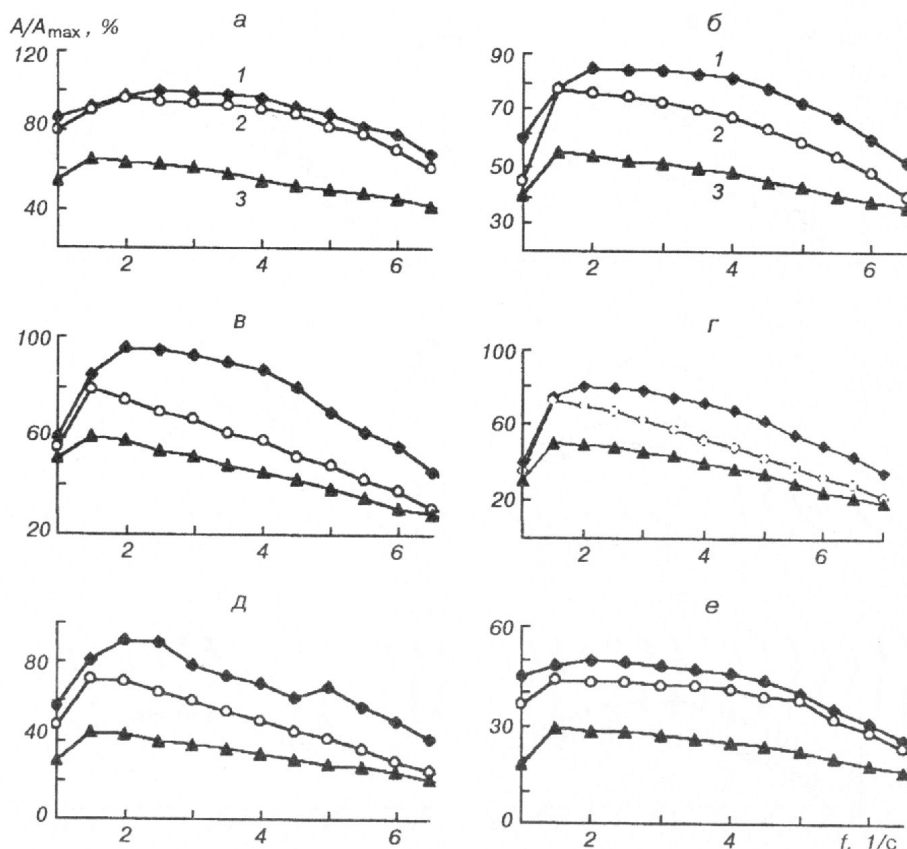
Полученные результаты сравнивались с использованием *t*-критерия Стьюдента. Различия оценивались как достоверные при $P < 0.05$.

Опыты показали, что уменьшение кровоснабжения работающих мышц посредством пневматического воздействия на плечевую артерию приводило к заметным изменениям амплитуды механограммы пальцев исследуемой конечности. На графиках представлена зависимость амплитуды динамограммы (АДМГ) от частоты наносимых раздражений для среднего пальца правой руки при нарушении кровообращения (рис. 2).

Из рис. 2, а видно, что при отягощении пальца грузом 20 г с увеличением частоты раздражения активной точки амплитуда мышечных сокращений (АДМГ) (кривая 1) — при нормальном кровоснабжении возрастала и достигала максимума при частоте 2.5 Гц, после чего амплитуда движения этого пальца начинала убывать, а при частоте 10 Гц достигала минимального значения, приближаясь к нулю (на рисунке не указано). Кривые 2 и 3 показывают зависимость амплитуды сокращения от частоты стимуляции при сдавливании артерии в течение 3 и 5 мин. При сдавливании плечевой артерии (3 мин, кривая 2) максимум амплитуды достигал 96 % при частоте 2 Гц, а при 5-минутном сдавливании всего лишь — 65 % (кривая 3).

Таким образом, при сравнении кривых 2 и 3 можно видеть, что при одинаковых частотах стимуляции активных точек и разной продолжительности сдавливания плечевой артерии (3 и 5 мин) амплитуда сокращения при механической работе, выполняемой средним пальцем, различная: чем

Рис. 2. Зависимость АДМГ среднего (а, б), указательного (в, г) и безымянного (д, е) пальцев правой руки от частоты стимуляции и условий опыта. а, в, д — нагрузка 20 г, б, г, е — нагрузка 40 г. Кривая 1 — при нормальном кровообращении (без сдавливания предплечья), кривая 2 — при сдавливании артерии предплечья — 3 мин, кривая 3 — при сдавливании — 5 мин



больше время сжатия артерии, тем меньше амплитуда сокращения. Максимального значения она достигала при нормальном кровоснабжении. На рис. 2, б представлена также зависимость АДМГ среднего пальца от частоты раздражения, но при отягощении пальца грузом 40 г. Динамика изменений АДМГ от частоты раздражения при нарушении кровоснабжения сходна с той, которая была рассмотрена в предыдущем случае (при нагрузке 20 г). Отличие лишь в том, что амплитуда мышечного сокращения была несколько снижена. Так, для кривой 1 АДМГ составляла 85 %, для кривой 2 — 77 %, для кривой 3 — 55 %.

Для указательного и безымянного пальцев приведены на рис. 2, в—е) аналогичные изменения амплитудно-частотных характеристик при нагрузках 20 и 40 г.

Анализировалась также зависимость мощности от частоты стимуляции (рис. 3). При вычислении мощности учитывалась высота поднятия груза, частота раздражения, масса поднимаемого груза. Вводилась небольшая поправка на массу пальца.

При увеличении нагрузки с 20 до 40 г развивалась большая мощность для мышечных сокращений пальца. Таким образом, диапазоны максимальных амплитуд приходились на груз 20 г, а диапазоны максимальных мощностей — на груз 40 г. Макси-

мальная мощность, как и следовало ожидать, была у среднего пальца. Мощность мышечных сокращений указательного и безымянного пальцев была меньшей, чем мощность среднего пальца.

При мышечных сокращениях пальцев руки при нормальном кровоснабжении мощность была выше, чем при сокращении пальцев руки со сдавливанием артерии предплечья. При сдавливании артерии предплечья правой руки в течение 3 мин затраченная мощность была больше, чем при сдавливании артерии предплечья правой руки в течение 5 мин.

Максимальная мощность наблюдалась на более высоких частотах для среднего пальца. Для указательного и безымянного пальцев максимум мощности был смещен в область более низких частот, чем для среднего пальца.

Сравнение поведения пальцев при отягощении разными грузами показало, различие максимумов амплитуд и диапазонов частот мышечной активности. Чем больше отягощающий груз на палец, тем меньше амплитуда ответной реакции.

Таким образом, на основании проведенных исследований прослеживается четкая зависимость ответной реакции от степени снижения поступления крови к исследуемой мышце. При этом соответственно снижается мощность и уменьшается диапазон частот ответной реакции, т. е. уменьшается

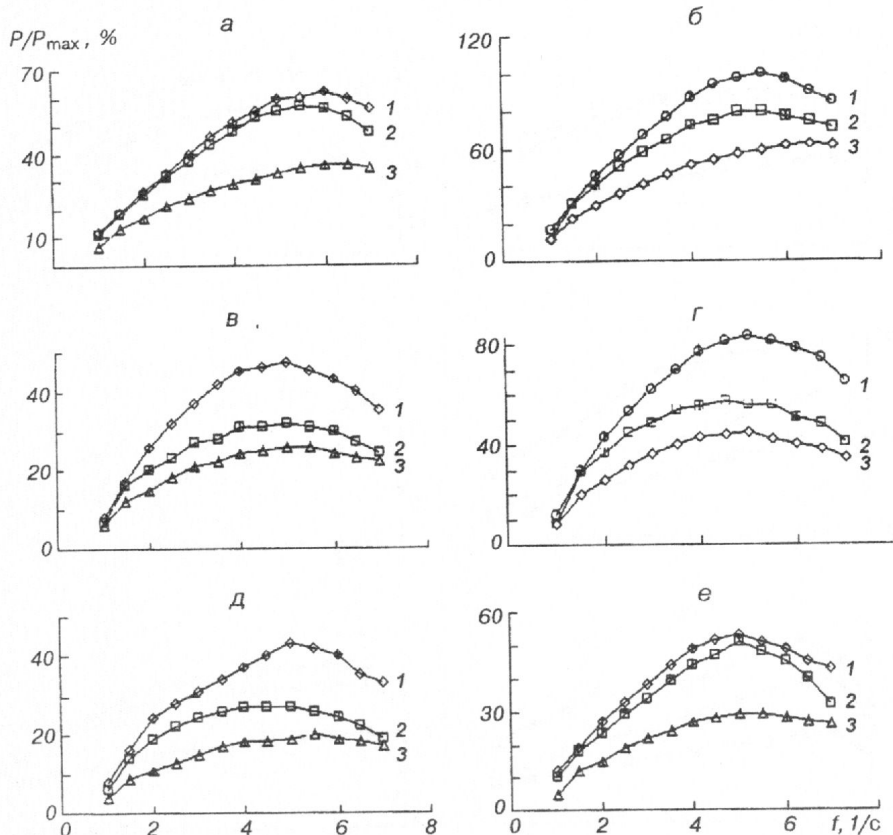


Рис. 3. Зависимость мощности от частоты стимуляции. Обозначения те же, что и на рис. 2

мышечная активность. Такое явление можно объяснить, в частности, тем, что при уменьшении кровоснабжения мышц снижается уровень притока кислорода и питательных веществ, а это может вызвать быстрое утомление у работающей мышцы.

Этот факт можно использовать в случае, когда в какой-либо части сложной системы (человек), выполняющей механическую работу, возникает дефицит энергоснабжения. Тогда в отдельной подсистеме энергия может быть восполнена за счет ограничения кровоснабжения другой подсистемы.

1. Ефанова С. Г., Руденко Н. П., Ильченко Е. А. Амплитудно-частотная характеристика движений пальцев верхней конечности // Физиологический журн.—1998.—44, № 3.—С. 80.
2. Ефанова С. Г., Шугуров О. А. Исследования мышечной активности в различных условиях управления стимуляцией // Биологические и технические системы регулирования: Сб. науч. тр. — Днепропетровск: ДГУ, 1995.—С. 49—53.
3. Ефанова С. Г., Шугуров О. А., Ильченко Е. А. Сравнительная характеристика двигательной реакции различных паль-

цев руки // Регуляция в живых системах: Сб. науч. тр. — Днепропетровск: ДГУ, 1998.—С. 59—61.

4. Ильченко Е. А. О сгибании пальцев руки человека, вызванных стимуляцией предплечья с различной частотой // 36. тез. Всеукраїнської молодіжної науково-практичної конференції «Людина і космос». — Дніпропетровськ, 1999.—С. 217.

DEPENDENCE OF CAPACITY FOR WORK OF MUSCLES ON BLOOD CIRCULATION

E. A. Il'chenko, O. A. Shugurov, S. G. Efanova

The motive reaction of fingers of an upper human limb under the condition of changing blood supply of working muscles through the pneumatic influence on a shoulder artery (using a cuff) is investigated. A pressure increase in the cuff accompanied by fingers blood supply reduces results in dynamogram amplitude decreasing and replies maximum shifting to lower frequencies. The direct connection between the capacity for work of limb fingers and their blood supply level has been ascertained.