

© Коллектив авторов, 2015
УДК 616–056.52–089:611–018.26–089.87–06:612.215

И. П. Николаева, А. С. Капранова, В. Б. Попова, А. Н. Лодягин, Т. А. Фролова

ВЛИЯНИЕ ЛИПОСАКЦИИ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА НА СИСТЕМНОЕ И ЛЕГОЧНОЕ КРОВООБРАЩЕНИЕ, ОКСИГЕНИРУЮЩУЮ ФУНКЦИЮ ЛЕГКИХ

ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова»
Минздрава России (ректор — О. Г. Хурцилава), Санкт-Петербург

Ключевые слова: ожирение, липосакция, гемодинамика, оксигенация крови, водные сектора организма

Введение. Избыточная масса тела является фактором риска возникновения многих серьезных заболеваний. Наиболее неблагоприятное влияние ожирение оказывает на деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем, что проявляется развитием атеросклероза, артериальной гипертензии, ишемической болезни сердца, синдрома гиповентиляции и обструктивного апноэ во время сна, метаболического синдрома [1, 2, 15].

Липосакция является одним из наиболее эффективных и быстрых способов борьбы с избыточной массой тела. Широкое распространение метода обусловлено коротким реабилитационным периодом, отсутствием видимых кожных рубцов, стойким эстетическим результатом [10] и уменьшением количества адипоцитов, главного анатомического субстрата ожирения [9, 17]. Основой операции является удаление избыточных отложений подкожного жира с помощью вакуумного разряжения после его механической, электронной, лазерной или ультразвуковой дезинтеграции.

При проведении операций у пациентов с ожирением могут возникать осложнения, не связанные с липосакцией. К ним можно отнести осложнения, обусловленные проведением анестезии и интенсивной терапии в периоперационном периоде, так как эти больные находятся в группе риска по развитию дыхательной недостаточности, тромбоэмболии легочной артерии, изменения баланса жидкости и другим особенностям при ожирении.

В то же время и само ожирение сопровождается гемодинамическими сдвигами и изменением баланса жидкости и крови [1, 2].

Одним из методов определения гемодинамики и состава тела является импедансометрия. Однако внедрение неинвазивных импедансометрических методов происходит довольно медленно, так как пока нет унифицированных методов определения состава тела и гемодинамики.

Цель исследования — изучить влияние липосакции большого объема на системное и легочное кровообращение, газовый состав крови, водный баланс легких и организма, оценить возможность и результативность импедансометрических методов одномоментного применения интегральной реографии тела (ИРГТ) по М. И. Тищенко [15], торакальной реографии (ТРГ) по Б. Шрамеку и интегральной двухчастотной импедансометрии (ИДИ) при ожирении.

Материал и методы. Наш многолетний клинический опыт применения импедансометрических методов исследования гемодинамики и состава тела в различных областях, в том числе в медицине критических состояний, показал возможность применения этих методов с учетом особенностей их биофизических основ и физиологических отклонений в организме человека [6–8, 11, 12].

Проведен анализ обследования 72 пациентов с нормальным индексом массы тела (ИМТ) и алиментарным ожирением III–IV степени в возрасте от 25 до 50 лет без выраженных сопутствующих заболеваний (табл. 1). У 25 пациентов проведена липосакция большого объема — масса удаленного жира превышала 10% жировой ткани. Исследования осуществляли до, через 1 сут и через 3–4 нед после липосакции.

Наиболее частой сопутствующей патологией являлись гипертоническая болезнь I стадии и хронический холецистит.

Сведения об авторах:

Николаева Инна Петровна (e-mail: innanik@ya.ru), Капранова Алла Сергеевна (e-mail: allakap@inbox.ru),
Попова Вероника Борисовна (e-mail: veronika965@list.ru), Лодягин Алексей Николаевич (e-mail: alodyagin@mail.ru),
Фролова Тамара Алексеевна (e-mail: frolova54@yandex.ru), ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова», 191015, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, 41

Таблица 1

Характеристика обследованных пациентов

Показатели	Группы пациентов				
	1-я (n=10)	2-я (n=22)	3-я (n=15)	4-я (n=13)	5-я (n=12)
ИМТ, кг/м ²	18,5–24,9	25,0–29,9	30–34,9	35–39,9	≥40
Возраст, лет	20–30	25–40	30–45	45–50	45–50
Пол:					
мужчины	–	1	2	2	3
женщины	10	21	13	11	9

Техника оперативного вмешательства. 25 пациентам выполнили изолированную механическую или ультразвуковую (аппаратом «Sonoco-Lipo» фирмы «Soring GmbH», Германия) липосакцию. У 10 пациентов липосакцию сочетали с мини-абдоминопластикой. Во время операции в зоны, подлежащие липосакции, вводили до 4–6 л раствора Кляйна до тугой инфльтрации подкожной жировой клетчатки. Объем вводимого раствора не превышал 6 л, а удаляемой жировой ткани, в среднем, составлял 5 л. Для определения массы удаляемого жира (в кг) объем аспирата умножали на коэффициент 0,67. Кроме жировой ткани, в состав аспирата входили раствор Кляйна и кровь. Объем кровопотери оценивали по содержанию гемоглобина в аспиrate. Его концентрация не превышала 10 г/л.

Инфузионная поддержка в процессе операции включала введение 1,5 л раствора Рингера и препарата «Рексод» (супероксиддисмутазы) 3,2 млн ЕД для профилактики повреждающего действия свободных радикалов во время операции и в ближайшем послеоперационном периоде.

Липосакции у этой тяжелой категории пациентов осуществляли на 5–7 зонах. Об адекватности проводимой терапии свидетельствовали нормальный темп диуреза и стабильные гемодинамические показатели.

Для оценки гидробаланса на 1-е сутки после липосакции учитывали объем инфузионной терапии во время и после липосакции, контролировали объем внутрибрюшного введения, эксфузии жира и жидкости, а также суточный баланс жидкости.

Всем пациентам проводили исследование гемодинамики методом интегральной реографии тела (ИРГТ) по М.И.Тищенко, контроль жидкостных секторов организма (ЖСО) и состава тела методом неинвазивной интегральной двухчастотной импедансометрии (ИДИ) [14, 15].

У 15 пациентов комплексную оценку состояния системного и легочного кровообращения, состава тела, степени гидратации легких проводили методом одномоментного применения ИРГТ по М.И.Тищенко, торакальной реографии (ТРГ) по Б.Б.Шрамеку [16] и интегральной двухчастотной импедансометрии (ИДИ).

Методами ИРГТ и ИДИ определяли ударный объем (УО), минутный объем крови (МОК), коэффициент резерва (КР), коэффициент интегральной тоничности (КИТ), временные интервалы, отражающие сократимость миокарда: время предизгнания (РЕР), время изгнания (LVET), их соотношение (РЕР/ LVET); объем общей жидкости (ООЖ), объем внеклеточной жидкости (Внекл.Ж), объем внутриклеточной жидкости (Внуткл.Ж); а методом ТРГ — объемную скорость выброса (ОСВ), амплитуду реограммы (АР) — отражает характер легочного кровотока (пульсирующий,

ламинарный), тонус сосудов, трансторакальную жидкость (ТР) — сосудистой и интерстициальной жидкости в легких.

Для ориентации в объеме внеклеточной торакальной жидкости использовали индекс отношения L^2/Z .

В 1993 г. А.М.Кубарев и В.И.Борисов [5] опубликовали анализ теоретических аспектов применимости реографии и реоплетизмографии как метода измерения различных физиологических параметров системы кровообращения. В основе генеза реограммы лежат изменения электрического импеданса исследуемого участка тела, связанные с пульсовыми колебаниями мелких артерий и артериол, а не крупных (магистральных) артерий, как обычно считают при применении торакальной и интегральной реографии в клинической практике. Нами было показано, что в условиях выраженного нарушения гемодинамики реографические параметры отражают как производительность сердца, зависящую от контрактильности миокарда, так и сопротивление сосудов терминального отдела кровообращения (снижение объемного пульсирующего кровотока, переход его в более линейный). В таких условиях значения ударного объема (УО), измеренного реографическими методами, могут быть значительно снижены по сравнению с определением методом терморазведения. Значения УО, измеренные методом терморазведения, в основном будут зависеть от объема и возврата крови в правое сердце (пульсирующий объем, венозный возврат дыхания) [12].

Кислородтранспортную функцию крови (КТФК) оценивали по параметрам рН, парциального напряжения кислорода и углекислоты в артериальной (а) крови (pO_2 , pCO_2), дефициту или избытку оснований (ВЕ) и шунта.

В работе использовали мониторно-компьютерный комплекс «Реоанализатор-монитор» фирмы «Диамант» (Россия, Санкт-Петербург), который предназначен для определения показателей ИРГТ, торакальной реографии, объемов жидкостных секторов организма и структуры тела. Исследования газового состава и кислотно-основного состояния (КОС) крови проводили на аппарате «ABL 700 SERIES» («RADIO-METER», Дания).

Статистическую и графическую обработку результатов исследования проводили на основе базы данных с помощью электронных таблиц пакета прикладных программ «Complete Statistical system», фирмы «StatSoft Inc» (США). Использовали классические методы вариационной статистики, а также последовательный и корреляционный анализ и непараметрические критерии Колмагорова—Смирнова.

Результаты и обсуждение. Изучение структуры тела, гемодинамики и кислородтранспортной функции крови было проведено нами у

Влияние степени ожирения на структуру тела (M±σ)

Параметры	1-я группа (n=10)		2-я группа (n=17)		3-я группа (n=13)		4-я группа (n=10)		5-я группа (n=12)	
	M	σ	M	σ	M	σ	M	σ	M	σ
УИ, мл/м ²	43,6	2,7	36,5	8,2	35,2	4,8	30,1*	6,6	24,8*	5,4
СИ, л/(мин·м ²)	3,37	0,27	2,55	0,82	2,45	0,46	2,27	0,56	1,91*	0,41
ОК	-7,3	3,5	-1,89	5,1	-5,8	4,7	-8,5	4,5	-2,6	7,7
ООЖ	-3,4	2,5	-0,8	2,4	-2,27	1,9	-3,48	1,85	-1,6	2,8
Внекл.Ж	-7,3	5,5	-1,89	4,1	-4,8	4,7	-8,5	4,5	-2,9	7,7
Внукл.Ж	-1,01	1,39	-0,45	1,48	-1,11	0,96	-0,92	0,91	-0,8	1,45
ЖМ	28	4,2	31,3	6,6	38,7*	3,5	42,3*	1,16	46,8*	4,1
КлМ	12,3	0,42	11,6	1,12	10,4	0,43	9,94	0,13	9,34	0,82

Примечание. * Достоверные различия к значениям во 2-й группе (p<0,05). Объемы ЖСО в таблицах представлены в % к должным значениям, а жировой и клеточной массы — в % к фактической массе тела пациента; УИ — ударный индекс; СИ — сердечный индекс; ЖМ — жировая масса; КлМ — клеточная масса.

пациентов в зависимости от ИМТ, отражающего степень тяжести ожирения (табл. 2).

Анализ параметров гемодинамики в зависимости от индекса массы тела выявил у пациентов 3–5-й группы (ИМТ от 30 и выше 40) по мере увеличения ППТ умеренное и выраженное снижение УИ до 25 мл/м², СИ — до 2 л/(мин·м²). Только в последней группе (ИМТ больше 40) значимо снижаются УИ и СИ при расчете этих показателей и на площадь поверхности тела (ППТ) «идеального субъекта».

Фактические значения сердечного и ударного индекса, а также расчет этих показателей на ППТ «идеального субъекта» выявили достоверную корреляционную связь с ИМТ, что подтверждало влияние степени ожирения на гемодинамические изменения: УИ (r=69), УИид (r=47); СИ (r=53), СИид (r=48) [3, 4]. По данным этих исследователей, масса жировой ткани может возрастать в десятки раз по сравнению с физиологической нормой и значительно увеличивать ППТ. Увеличение массы тела при ожирении связана не только с ростом жировой ткани, но и с ростом массы метаболически активных тканей, свободных от жира (скелетных мышц, внутренних паренхиматозных органов и кишечника), в подкожной клетчатке, строме липоцитов. В то же время имеет место физиологическое ограничение роста безжировой ткани до 0,5–2,5 раза на фоне роста жировой ткани. На фоне увеличения массы метаболически активных тканей увеличиваются емкость сосудистого русла и кровотоков, ОЦК и производительность сердца [1, 2]. Расчет параметров гемодинамики и ЖСО на ППТ не всегда будет отвечать объективным физиологическим отклонениям.

Исследование объемов жидкостных секторов крови выявило недостаточное компенсаторное

увеличение объема крови у больных 3–4-й группы, что приводило к снижению преднагрузки и уменьшению производительности сердца, т.е. уменьшению УО сердца. По-видимому, лабильность гемодинамики в этих группах связана с недостаточным компенсаторным увеличением объема крови, с возникновением артериальной гипертензии (гипертензии ожирения), а не с депрессией миокарда. У пациентов с ИМТ больше 40 развивается уже выраженная депрессия миокарда, несмотря даже на компенсаторное увеличение объема крови.

У пациентов с ИМТ больше 40, вероятно, процесс накопления жировой массы более длительный, что может способствовать развитию адаптационных механизмов организма: увеличения фактических объемов Внекл.Ж (до 2 л), крови (до 1 л) и клеточной (мышечной) массы до 1,5 кг и больше.

Увеличение ОЦК приводит к истощению компенсаторных механизмов миокарда и развитию сердечно-сосудистых осложнений при ожирении. Сердечный выброс в состоянии покоя у больных с тяжелой степенью ожирения может достигать 10 л/мин, но на обеспечение кровотока в жировой ткани используется от 1/3 до 1/2 этого объема [1, 2].

Результаты наших исследований свидетельствуют о влиянии степени ожирения на гемодинамические изменения. Параметры разовой и минутной производительности сердца на ППТ, измеренные методом ИРГТ у пациентов по мере нарастания массы жира, были несколько снижены. Более значимые отличия параметров были получены при применении метода ТРГ. У пациентов с выраженным ожирением отмечали снижение амплитуды реограммы (АД_{ТРГ}), что свидетельствовало о снижении пульсирующей

составляющей легочного кровотока (объемной скорости выброса, ОСВ). Увеличение соотношения амплитуд реограмм, полученных при ИРГТ и ТРГ ($AD_{ИРГТ}/AD_{ТРГ}$), свидетельствовало о том, что имело место в большей степени регионарное нарушение легочного кровообращения. Есть основание полагать, что снижение пульсирующего кровотока может быть связано с повышением гидростатического давления в легочных капиллярах за счет венозного возврата, увеличенного ОЦК и повышения внутрибрюшного давления. Падение эффективного пульсирующего кровотока ведет к сокращению количества функционирующих капилляров и развитию гипоксемии.

Измерения содержания торакальной жидкости (ТЖ) отражали незначительное уменьшение ее объема, вероятно, за счет емкости сосудистого русла в результате поджатия диафрагмой периферических отделов легких.

Легочная система кровообращения быстро адаптируется к изменениям общего объема крови и объемного кровотока за счет высокой растяжимости всей сосудистой легочной системы и ее низким сопротивлением. Известно, что на периферии легких радиус сосудов увеличен и сопротивление снижено, а объемный кровоток в периферических зонах увеличен. При наложении электродов по периферии легких, возможно, мы

получаем реограмму, преимущественно объемного кровотока в этой зоне легких, поэтому эти значения так склонны к выраженным изменениям при патологических состояниях и функциональных изменениях кровотока. При выраженном ожирении (ИМТ более 40) и поджатии легких емкость сосудов в этой зоне уменьшается, а увеличенный объем крови проходит по действующим сосудам, растягивая их объем и снижая ОСВ. Увеличение венозного притока к сердцу неизбежно приводит к росту УО.

Наращение жировой массы сопровождается уменьшением PaO_2 в артериальной крови и развитием гипоксемии, увеличением легочного шунтирования крови до 15% при норме 7%. Особенно выражены эти изменения в группе с ИМТ более 40. Шунт указывает на легочные нарушения соотношения вентиляции и перфузии, т.е. на неполную оксигенацию крови при увеличении неентируемых зон в легких.

Причиной развития гипоксемии может быть и синдром гиповентиляции вследствие увеличения внутрибрюшного давления и ограничения дыхательных экскурсий диафрагмы за счет массы жира.

Липосакция большого объема за счет уменьшения внутрибрюшного давления способствовала улучшению условий оксигенации крови в легких: увеличивалось PaO_2 , значимо снижалось шунтирование крови в легких (с 15 до 8%), что отражало улучшение вентиляции и перфузии легких (табл. 3)

Приведенные данные свидетельствуют о том, что импедансные методы исследования гемодинамических изменений и состава тела (ИРГТ, ТРГ и ИДИ) позволяют получить физиологически обоснованные и сопоставимые результаты с данными исследований другими методами. Исследования, проведенные у пациентов в зависимости от степени ожирения, позволили диагностировать нарушения не только системного, но и легочного кровообращения. Эти нарушения связаны с увеличением возвратного венозного объема, о чем свидетельствовало снижение торакального импеданса, со снижением пульсирующего кровотока — важнейшего параметра, характеризующего состояние тонуса сосудов легочной микроциркуляции.

Операции липосакции больших объемов не оказывали у пациентов без сопутствующих заболеваний выраженного негативного влияния на гемодинамику. Выраженное снижение разовой и минутной производительности сердца могут быть связаны с кровопотерей, неадекватным ее восполнением или некачественной анестезией.

Таблица 3

Состояние системного и легочного кровообращения, газового состава крови у пациентов после липосакции большого объема (M±m)

Показатели	До липосакции ИМТ≥40 (n=12)	После липосакции (n=10)
УИ _{ИРГТ} , мл/м ²	30,9±4,2	32,5±3,7
СИ _{ИРГТ} , л/(мин × м ²)	2,27±0,4	2,15±0,39
AD _{ИРГТ} , Ом/с	1,64±0,3	1,54±0,35
AD _{ТРГ} , Ом/с	1,10±0,2*	1,29±0,3
AD _{ИРГТ} /AD _{ТРГ}	1,49±0,1*	1,19±0,2
ОСВ _{ТРГ} , мл/с	99,6±13,9*	127,8±15,8
ТЖ _{ТРГ} , у. е.	20,8±1,1	22,9±1,2
pHa	7,43	7,44
PaO ₂ , мм рт. ст.	69,8*	77,7
PaCO ₂ , мм рт. ст.	35,8	38,9
ABEa, ммоль/л	-0,3	2,0
Шунт, %	14,7*	8,3

Примечание. * Достоверность различий между параметрами двух групп $p < 0,05$; УИ_{ИРГТ} — ударный индекс, измеренный методом ИРГТ; СИ_{ИРГТ} — сердечный индекс, измеренный методом ИРГТ.

Выводы. 1. Операции липосакции больших объемов способствовали улучшению дыхательной функции легких, условий оксигенации крови, что снижало степень шунтирования и увеличивало PaO_2 .

2. Влияния липосакции большого объема на гомеостаз могут служить обоснованием для более широкого ее применения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Александров А.А., Кухаренко С.С. Миокардиальные проблемы ожирения // Рос. кардиол. журн. 2006. № 2. С. 58.
- Георгадзе З.О., Покровская А.Е., Шепелева Е.В. Влияние ожирения на сердечно-сосудистую систему // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2008. № 2. С. 93.
- Капранова А.С., Белоногов Л.И., Малахов С.Ф., Николаева И.П. Изменения гемодинамики, кислородтранспортной функции крови и функционального состояния почек у больных с ожирением после липосакции большого объема // Анналы пластич., реконструк. и эстет. хир. 2007. № 4. С. 84–88.
- Капранова А.С., Белоногов Л.И., Николаева И.П. Использование 2-х частотной импедансометрии и интегральной реографии тела при удалении жировой ткани у больных с ожирением // Вестн. эстет. мед. 2002. № 2. С. 121–123.
- Кубарев А.М., Борисов В.И. К вопросу о пульсации крови в артериальной системе и ее влияние на электрическое сопротивление тела. Н.Новгород: Институт прикладной физики, 1993. 13 с. Препринт № 341.
- Ливанов Г.А., Лодягин А.Н., Николаева И.П. и др. Ранняя диагностика нарушений легочного кровообращения при остром повреждении легких // Общая реаниматология. 2005. № 5. С. 22–27.
- Ливанов Г.А., Лодягин А.Н., Николаева И.П. и др. Коллоидно-осмотические и метаболически активные вещества в терапии повреждения легких при острых тяжелых отравлениях ядами нейротропного действия // Общая реаниматология. 2006. № 4. С. 76–81.
- Ливанов Г.А., Николаева И.П., Лодягин А.Н. и др. Диагностика и лечение легочной гипергидратации у больных в критическом состоянии с острыми отравлениями веществами нейротропного действия // Анестезиол. и реаниматол. 2008. № 6. С. 27–30.
- Липосакция / Под ред. С.У.Ханка, Г.Заттлера: Пер. с англ./ Под ред. В.А.Виссарионова. М.: Рид Элсивер, 2009. 172 с.
- Малахов С.Ф., Белоногов Л.И. Липоскульптура: Учебное пособие. СПб.: СПбМАПО, 2001. 20 с.
- Николаева И.П., Курапеев И.С., Ливанов Г.А. и др. Сравнительная оценка параметров гемодинамики у кардиохирургических больных // Общая реаниматология. 2005. № 2. С. 11–16.
- Николаева И.П., Ливанов Г.А., Лодягин А.Н. и др. Оценка гидро- и гемодинамики у больных в критических состояниях // Вестн. интенсив. терапии. 2004. № 5. С. 102–106.
- Ожирение / Под ред. Н.А.Белякова, В.И.Мазурова. СПб.: Издательский дом СПбМАПО, 2003. 520 с.
- Покровский В.Г., Николаева И.П., Курапеев И.С. Определение объемов жидкостных секторов тела у больных с глубокими нарушениями водного баланса (метод биоэлектрического импеданса) // Эфферентная тер. 2003. № 2. С. 60–66.
- Тищенко М.И., Волков Ю.Н. Комплексная оценка функционального состояния систем кровообращения и дыхания методом интегральной реографии тела человека: Метод. реком. М., 1989. 19 с.
- Sramek V.B. Thoracic electrical bioimpedance: basic principles and physiologic relationship // Noninvas. Cardiol. 1994. Vol. 3. P. 83–88.
- Uwaifo G.I., Yanovski J.A. Cardiovascular risk profile improvement with large-volume liposuction // Liposuction. Principles and practice / Shiffman M.A., Giuseppe A.Di. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag, 2006. P. 451–457.

Поступила в редакцию 17.06.2015 г.

I.P.Nikolaeva, A.S.Kapranova, V.B.Popova,
A.N.Lodyagin, T.A.Frolova

INFLUENCE OF LIPOSUCTION OF LARGE VOLUME ON SYSTEMIC AND LUNG CIRCULATION, OXIGENATED LUNG FUNCTION

I.I.Mechnikov North-Western State Medical University, Saint-Petersburg

The authors measured the changes of hemodynamics in 72 patients. It was also estimated a blood oxygenation and volume of liquid sectors of the organism in different degree of obesity before and after liposuction of the large volume. It was shown, that this operation facilitated to an improvement of respiratory lung function due to changes of pulmonary circulation.

Key words: *obesity, liposuction, hemodynamics, oxygenation of blood, liquid sectors of organism*