دراسة مقارنة للتبادل الرئوي للغازات بعد عمليات زرع مجازات الشرايين الإكليلية التي تُجرى باستخدام دارة القلب والرئة الاصطناعية أو بتقنيّة القلب النابض

فاروق المحمد* محمد بشار عزت**
مجد إسماعيل*** جميل عباس****

الملخص

خلفية البحث وهدفه: يُشكّل اضطراب الوظيفة الرئوية إحدى الامراضيات التالية للعمل الجراحي التي قد ترتبط باستخدام دارة القلب والرئة الاصطناعية. تهدف تقنيّة القلب النابض في زرع مجازات الشرايين الإكليلية إلى تجنّب بعض الاختلاطات المرتبطة باستخدام دارة القلب والرئة الاصطناعية. قارنا في هذه الدراسة التبادل الرئوي للغازات بعد عمليات زرع مجازات الشرايين الإكليلية التي تُجرى باستخدام دارة القلب والرئة الاصطناعية، أو بتقنيّة القلب النابض.

مواد البحث وطرائقه: اختير 50 مريضاً (متوسط العمر 60,4±8,4 سنة) سيخضعون لعمليات زرع مجازات الشرايين الإكليلية بحيث كانت وظيفة البطين الأيسر لديهم جيدة ولم تكن لديهم أيّة قصة سابقة لأية إصابة رئوية، ووُزِّعَ المرضى عشوائياً لإجراء العمل الجراحي باستخدام دارة القلب والرئة الاصطناعية أو بتقنيّة القلب النابض. أُجري قياس الممال السنخي/الشرياني لضغط الأوكسجين قبل المباشرة بالتخدير في أثناء تنفس المرضى لهواء الغرفة، ومن ثم بعد 2–4 ساعات من العمل الجراحي في أثناء التهوية الآلية بثلاثة تراكيز مُختارة من الأوكسجين (30%، 40%، 60%)، وأخيراً بعد ساعة من الفطام عن التهوية الآلية في أثناء تنفس المريض للتراكيز الثلاثة نفسها من الأوكسجين.

النتائج: كان الممال السنخي/الشرياني لضغط الأوكسجين قبل العمل الجراحي متساوياً في المجموعتين. بعد العمل الجراحي في وأثناء التهوية الآلية، ترافقت زيادة التركيز القسمي للأوكسجين المستنشق (من 30% إلى 60%) مع ارتفاع الممال السنخي/الشرياني لضغط الأوكسجين، لكن دون ظهور فروق ذات أهمية إحصائية بين مجموعتي المرضى الذين خضعوا للعمل الجراحي باستخدام دارة القلب والرئة الاصطناعية أو بتقنيّة القلب النابض، سواء في أثناء التهوية الآلية أو بعد الفطام عنها.

الاستنتاج: تشير الدراسة إلى أنَّ استخدام تقنيّة القلب النابض في زرع مجازات الشرايين الإكليلية لا يترافق مع تبادل رئوي أفضل للغازات خلال الساعات الأولى بعد عمليات زرع مجازات الشرايين الإكليلية عند المرضى ذوي الوظيفة التنفسية ووظيفة البطين الأيسر السليمتين.

كلمات مفتاحية: جراحة قلب، دارة القلب رئة الصنعية، مجازات الشرايين الإكليلية، قلب نابض، التبادل الغازي الرئوي، الوظيفة التنفسية.

* مقيم في جراحة القلب، كلية الطب البشري، جامعة دمشق.
** اختصاصي في جراحة القلب، مستشفى جراحة القلب الجامعي بدمشق.
*** مقيم في جراحة القلب، كلية الطب البشري، جامعة دمشق.
**** مقيم في جراحة القلب، كلية الطب البشري، جامعة دمشق.

Comparative Study of Postoperative Pulmonary Gas Exchange Between On-pump or Off-pump Coronary Artery Bypass Operations

Farouk Almohammad[*] **Mohammad Bashar Izzat**[**]

Majd Ismail[***] **Jamil Abbas**[****]

Abstract

Objective: Pulmonary dysfunction is one of the postoperative morbidities that my links to use of cardiopulmonary bypass (CPB).The beating heart (off-pump) technique for coronary artery bypass grafting (CABG) aims to avoiding some complications related to using cardiopulmonary bypass (CPB). In this study, we compared postoperative pulmonary gas exchange between on-pump and off-pump coronary artery bypass operations.

Methods: Fifty patients (mean age 60.4±8.4 years) with no preexisting lung disease and good left ventricular function undergoing primary CABG were randomized to undergo surgery with or without CPB assistance. Alveolar/arterial oxygen pressure gradients [$P(A\text{-}a)O_2$] were estimated preoperatively with patients breathing air, then 2-4 hours postoperatively during mechanical ventilation with three different oxygen concentrations (30%, 40%, and 60%), and again 1 hour after extubation while breathing the same three oxygen concentrations.

Results: Preoperative $P(A\text{-}a)O_2$ gradients on air were equal in the two groups. Postoperatively and during mechanical ventilation, gradients increased with the increase in inspired oxygen fraction concentrations, but there were no significant differences in $P(A\text{-}a)O_2$ gradient between the two groups, either during ventilation or after extubation.

Conclusions: The study points that off-pump surgery is not associated with superior pulmonary gas exchange in the first hours after routine CABG in patients with uncompromised pulmonary and left ventricular functions.

Key words: Cardiac surgery, cardiopulmonary bypass, coronary artery bypass grafting, beating heart, pulmonary gas exchange, pulmonary function.

[*]Resident in Cardiac Surgery, Damascus University School of Medicine.
[**]Cardiac Surgeon, Damascus University Cardiac Surgery Hospital
[***]Resident in Cardiac Surgery, Damascus University School of Medicine.
[****]Resident in Cardiac Surgery, Damascus University School of Medicine.

المقدمة:

يُشكّل اضطراب الوظيفة الرئوية أحد الاختلاطات المعروفة التي يمكن مصادفتها في المرحلة المبكرة بعد عمليات القلب الجراحية، وهي تترافق مع ارتفاع معدلات الوفيات. يمكن لاضطراب الوظيفة الرئوية أن يتظاهر على شكل انخفاض الضغط الجزئي للأوكسجين في الدم الشرياني أو انخماص الرئة أو الوذمة الرئوية أو متلازمة الكرب التنفسي عند البالغين.[1] تشتمل الأسباب المحتَمَلة لهذا الاختلاط على تأثيرات فتح القص الناصف أو حصاد الشريان الثدي الباطن أو الإقفار الرئوي ومن ثم إعادة التروية، فضلاً عن الإرتكاس الالتهابي الناجم عن استعمال دارة القلب والرئة الاصطناعية.[1-2]

تهدف تقنية زرع مجازات الشرايين الإكليلية على القلب النابض (دون استعمال دارة القلب والرئة الاصطناعية) إلى تجنّب بعض الاختلاطات التي قد ترتبط بالتروية خارج الجسم. قامت بضع دراسات سابقة بمقارنة اضطرابات الوظيفة الرئوية بعد عمليات زرع مجازات الشرايين الإكليلية التي تُجرى باستخدام دارة القلب والرئة الاصطناعية أو بتقنيّة القلب النابض، ولم تتمكن من إظهار تحسّن مهم عند المرضى الذين خضعوا للعمليات بتقنية القلب النابض.[3-5] صُمِمَّتِ الدراسة الحالية بهدف استقصاء ومقارنة تأثيرات استخدام دارة القلب والرئة الاصطناعية أو تقنيّة القلب النابض في عمليات زرع مجازات الشرايين الإكليلية في التبادل الرئوي للغازات، وذلك عن طريق إجراء قياسات مُحكمة للممال السنخي/الشرياني لضغط الأوكسجين بعد العمل الجراحي الانتقائي.

المواد والطرائق:

بين كانون الثاني وتموز 2016، وزِّعَ 50 مريضاً (39 ذكراً، متوسط العمر 60,4±8,4 سنة) سيخضعون لعمليات زرع مجازات الشرايين الإكليلية البدئية وفق جداول الأرقام العشوائية لإجراء العمل الجراحي باستخدام دارة القلب والرئة الاصطناعية (مجموعة الدارة)، أو من دونها (مجموعة القلب النابض). اِسْتُبْعِدَ المرضى المصابون بالآفات التنفسية (التهاب القصبات أو النفاخ الرئوي أو الربو) والمرضى الذين قاموا بالتدخين خلال الشهور الستة السابقة للعمل الجراحي، فضلاً عن المرضى الأكبر من 70 سنة في العمر أو المصابين بسوء وظيفة البطين الأيسر (الجزء المقذوف أقل من 40% عند تصوير القلب بالصدى).

تقنية التخدير:

اِسْتُخْدِمَتْ تقنية معيارية للتخدير في كلتا المجموعتين.[6] أعطي الدورميكيوم بالحقن العضلي (5 ملغ) للتحضير قبل العمل الجراحي بساعة، وتم البدء بالتخدير باستعمال ثيوبنتال الصوديوم (1–3 ملغ) والفنتانيل(3–5 ميكروغرام/كغ)، كما استعمل البانكيورونيوم بروماید (0.1–0.15 ملغ/كغ) لإحداث الحصار العصبي–العضلي. سُرِّبَ البروبوفول (3 ملغ/كغ/ساعة) للمحافظة على التخدير، كما ضُبِطَتِ التهوية الآلية للمحافظة على مستويات سوية من غاز الكربون في الدم فضلاً عن استخدام طريقة alpha-stat في تدبير التوازن الحامضي–القلوي.

التقنية الجراحية:

أجريت العمليات الجراحية كلّها من قبل جراح واحد، حيث تمّت في كلتا المجموعتين من خلال شق صدري ناصف مع حصاد الشريان الصدري الباطن الأيسر بالخاصة دون فتح جوف الجنب الأيسر، فضلاً عن حصاد الوريد الصافن الطويل بطريقة التنظير. أعطيت جرعة بدئية من هيبارين الصوديوم (3 ملغ/كغ)، مع إعطاء جرعات داعمة عند اللزوم للمحافظة على زمن تخثر مفعّل يزيد على 480 ثانية.

أجريت عمليات زرع مجازات الشرايين الإكليلية في المجموعة A باستخدام دارة القلب والرئة الاصطناعية وفقاً

للروتين المحلّي. تكونت الدارة من مضخة ذات بكرات (Stöckert Instruments GmbH, München, Germany) ومؤكسج غشائي Compactflo Evo (Sorin, Mirandola, Italy) وفلتر شرياني معياري 40 نانومتراً (Sorin Biomedica Cardio, Saluggia, Italy)، وتألف السائل البدئي من 1000 مل من محلول رنغر لاكتات و500 مل من 10% هدروكسي ايثيل النشاء (Fresenius AG, Bad Homburg, Germany). تمت التروية بجريان غير نابض بمعدل 2.4 ليتر/م^2/دقيقة مع تدفئة المرضى بشكل فعّال للمحافظة على درجة حرارة 37° في البلعوم الأنفي. اعتمدت حماية العضلة القلبية على تسريب المحلول الدموي الدافئ الشال للعضلة القلبية في جذر الأبهر، مع تكرار الحقن بعد الانتهاء من كل مفاغرة إكليلية بعيدة. أعطي البروتامين لمعاكسة الهيبارين (بمعدل 1:1 ملغ/ملغ)، وأعيد تسريب الدم المتبقي في الدارة للمريض من خلال فلتر 40 نانومتراً (SQ40S; Pall Europe Ltd, Portsmouth, UK).

بالنسبة إلى المجموعة B، أجري زرع مجازات الشرايين الإكليلية باستخدام مثبّت ACROBAT™ V والتحويلة داخل الإكليلية AXIUS (Guidant Corp., Santa Clara, CA). أجريت كل مفاغرة قريبة عقب الانتهاء من المفاغرة البعيدة باستخدام ملقط الإغلاق الجزئي للأبهر. بعد الانتهاء من الإجراء الجراحي تم إعطاء البروتامين لمعاكسة الهيبارين (بمعدل 1:1 ملغ/ملغ).

بعد الانتقال إلى وحدة العناية المشددة، وُضِعَ المريض في البدء على التهوية الآلية بنظام التهوية القسرية المضبوطة (controlled mandatory ventilation) وبحجم جارٍ قدره 12 مل/كغ. في البدء ضُبِطَ التركيز القسمي للأوكسجين المستنشق (FiO_2) بحيث تمت المحافظة على الضغط الجزئي للأوكسجين في الدم الشرياني (PaO_2) بين 80 إلى 100 ملم زئبقي، مع تطبيق الضغط الإيجابي في نهاية الزفير قدره 5 ملم ماء. كذلك ضُبِطَتْ سرعة التهوية بحيث تمت المحافظة على الضغط الجزئي لغاز الكربون في الدم الشرياني ($PaCO_2$) بين 35–40 ملم زئبقي. حالما استقرت درجة حرارة البلعوم الأنفي والقيم الهيموديناميكية دون استعمال الدواعم القلبية، عُدِّلَتْ قيم التركيز القسمي للأوكسجين المستنشق بهدف دراسة التبادل الغازي الرئوي. بعد استعادة المريض صحوه، فُطِمَ عن التهوية الآلية، وأعيدت الدراسة بعد ساعة بالطريقة نفسها.[6]

جمع العينات:

أُخِذَتْ عينات من الدم (3–5 مل) من خطوط الشريان الكعبري بهدف إجراء التحليل المباشر لغازات الدم (Stat Profile analyzer; Nova Biomedical, Waltham, MA) في ثلاث مراحل مختلفة: قبل المباشرة بالتخدير في أثناء التنفس العفوي لهواء الغرفة، وبعد 2–4 ساعات من العمل الجراحي في أثناء التهوية الآلية بثلاثة تراكيز من الأوكسجين (30%، 40%، 60%) مدة 30 دقيقة لكل منها (المرحلة 1)، وبعد ساعة من الفطام عن التهوية الآلية في أثناء تنفس المريض العفوي للتراكيز الثلاثة نفسها من الأوكسجين مدة 30 دقيقة لكل منها بواسطة نظام Venturi (Kendall Respiflo MN, Germany) (المرحلة 2).

حساب الممال السنخي/الشرياني لضغط الأوكسجين $P(A\text{-}a)O_2$

أُجري في البدء حساب الضغط الجزئي للأوكسجين في الأسناخ (PAO_2) باستعمال "معادلة غاز الأسناخ"[6] كما يأتي: $PAO_2=PiO_2-PaCO_2/RQ$، بحيث يكون PiO_2 هو حاصل ضرب التركيز القسمي للأوكسجين المستنشق والضغط البارومتري الجاف (الفرق بين المجموع الكلي المُفترض لـ 760 ملم زئبقي وضغط البخار المُشبَع عند درجة 37 مئوية، وهو 47 ملم زئبقي)، ويكون RQ هو الحاصل التنفسي (respiratory quotient) الذي عُدَّ أنَّه يساوي 0.77. بعد ذلك حُسِبَ الممال السنخي/الشرياني لضغط الأوكسجين على أنَّه الفرق بين الضغط الجزئي للأوكسجين في الأسناخ والضغط الجزئي للأوكسجين في الدم الشرياني.

الدراسة الإحصائية:

أجري تحليل البيانات باستخدام برمجية PASW® Statistics (SPSS Inc., Chicago, IL) 18 software وعُرِضَتْ النتائج على شكل المتوسط±الانحراف المعياري. استُخدم اختبار Student-t في المقارنة الرئيسية للاختلافات بين المجموعتين في الـ PaO_2 و $PaCO_2$ و $P(A\text{-}a)O_2$، واستُخدم ارتباط Pearson لدراسة العلاقات بين الممالات السنخية/الشريانية لضغط الأوكسجين وستة متغيّرات كميّة (العمر وعدد المجازات والجزء المقذوف ومدة التهوية الآلية وحجم الدم المنقول والممالات السنخية/الشريانية لضغط الأوكسجين قبل العمل الجراحي). عُدَّتْ p التي تساوي 0,05 أو أقل على أنَّها المؤشر على وجود أهمية إحصائية.

النتائج:

توزَّع المرضى في المجموعتين بشكل متناسق من حيث العمر والجنس وسوابق التدخين والجزء المقذوف وعدد المجازات (الجدول 1)، وكان زمن التهوية الآلية ومستلزمات نقل الدم متشابهة في كلتا المجموعتين. لم يتطلّب أي من المرضى الدعم الدوائي للقلب حول العمل الجراحي، وكان السير السريري جيداً عند جميع المرضى بعد العمل الجراحي دون حدوث أيّة اختلاطات قلبية أو تنفسية.

الجدول(1) البيانات الإحصائية للمرضى

المتغيّر	مجموعة الدارة	مجموعة القلب النابض
الجنس(ذكر/أنثى)	6/19	5/20
العمر(سنوات)	6,9±62,3	9,6±58,3
التدخين (مدخن سابق/غير مدخن)	9/16	8/17
الجزء المقذوف (%)	8,5±59,7	7,5±62,4
عدد المجازات	0,8±3,6	1,1±3
استعمال الشريان الثدي الباطن	%100	%100
زمن العمل الجراحي (دقيقة)	34±189	25±177
زمن إغلاق الأبهر (دقيقة)	6,3±27	--
مدة تنبيب الرغامى (ساعات)	1,2±4,4	1,2±4,2
نقل الدم الغيري (مل)	525±575	482±320
مدة البقاء في المشفى (يوم)	0,8±5,1	0,8±4,8

* تم التعبير عن البيانات على شكل المتوسط ± الانحراف المعياري

يُلخّص الجدول (2) نتائج معايرات غازات الدم وقياسات الممال السنخي/الشرياني لضغط الأوكسجين في كلتا المجموعتين. بقي الضغط الجزئي لغاز الكربون في الدم الشرياني بين 35–40 ملم زئبقي طوال مدة الدراسة، وكانت قيم الـ PaO_2 و $PaCO_2$ و $P(A\text{-}a)O_2$ في أثناء تنفس هواء الغرفة قبل العمل الجراحي متشابهة في المجموعتين. في كلتا مرحلتي الدراسة بعد العمل الجراحي، ترافقت زيادة التركيز القسمي للأوكسجين المستنشق مع ارتفاع الضغط الجزئي لغاز الكربون في الدم الشرياني وارتفاع الممال السنخي/الشرياني لضغط الأوكسجين، دون وجود أيّة فروقات مهمة إحصائياً بين المجموعتين (الشكل 1). أخيراً، لم تُظهر الدراسة الإحصائية وجود أيّة علاقة مهمة بين تبدّلات الممال السنخي/الشرياني لضغط الأوكسجين وأيّ من المتغيّرات الكمية.

المناقشة:

عُدَّتْ دارة القلب والرئة الاصطناعية خلال مدة طويلة على أنَّها المصدر الرئيس لاضطراب الوظيفة الرئوية الذي يحدث بعد جراحة القلب المفتوح. تعدُّ التروية خارج الجسم مسؤولة عن تفعيل الاستجابة الالتهابية وعن تولّد السيتوكينات المحرّضة على الالتهاب التي قد تؤدي بدورها إلى جذب العدِلات وتجميعها وتفعيلها ضمن الدوران الرئوي.[2] يمكن لتفعيل نظام المتمّمة أيضاً أن يؤدي إلى زيادة نفوذية الأوعية الرئوية، وإلى انتقال السوائل والجزيئات الكبيرة إلى النسيج الخلالي الرئوي، وبالنتيجة إلى الأسناخ.[1] ما يزال تأثير استخدام تقنيّة زرع مجازات الشرايين الإكليلية من دون دارة القلب والرئة الاصطناعية في الوظيفة الرئوية غير واضح تماماً. أشار عدد من الدراسات إلى تحسّن المطاوعة الرئوية الثابتة والحركية[3] وتراجع معدّلات الإصابة بالاختلاطات التنفسية وقصر زمن التهوية الآلية عند المرضى الذين خضعوا لعمليات زرع مجازات الشرايين

الإكليلية بتقنيّة القلب النابض[7،12]، وفسّر بعضهم ذلك بتحقيق حماية أفضل للوظيفة الرئوية.[8،10،13،14] على العكس، لم تُظهر دراسات أخرى أي اختلاف ذي أهمية في التبادل الرئوي للغازات[3،14] أو زمن الفطام عن التهوية الآلية[15،17] أو الوظيفة الرئوية بعد العمل الجراحي[18] بين المرضى الذين خضعوا لعمليات زرع مجازات الشرايين الإكليلية باستخدام الدارة أو بتقنيّة القلب النابض.

الجدول (2) قياسات غازات الدم الشرياني والممال السنخي/الشرياني لضغط الأكسجين

المتغيّر		مجموعة الدارة			مجموعة القلب النابض		
	FiO_2	قبل الجراحة	المرحلة 1	المرحلة 2	قبل الجراحة	المرحلة 1	المرحلة 2
PaO_2	هواء	15,9±79,2			10±82,6		
	%30		22,6±105,8	16,0±89,6		19,7±104,5	17,0±97,9
	%40		32,2±126,3	21,0±104,3		34,6±138,2	26,7±115,3
	%60		48,4±173,6	48,8±140,0		78,6±182,9	40,4±164,3
$PaCO_2$	هواء	3,9±38,2			3±37,3		
	%30		5,7±36,3	4,8±38,5		3,8±36,5	4,2±38,0
	%40		6,9±37,1	5.0±38,8		5,8±35,4	4,5±39,1
	%60		5,4±37,3	5,0±38,6		5,7±36,6	4,4±40,8
$P(A-a)O_2$	هواء	13,5±22,6			10,9±20,4		
	%30		21,5±62,7	20,2±72,0		19,5±63,7	17,8±68,4
	%40		29,9±112,4	22,1±132,3		33,9±102,7	24.0±120,9
	%60		47,1±207,5	49,9±237,1		77.3±199,1	41.3±212,4

*** تم التعبير عن البيانات على شكل المتوسط ± الانحراف المعياري. FiO_2 هو التركيز القسمي للأوكسجين المستنشق، PaO_2 هو الضغط الجزئي للأوكسجين في الدم الشرياني، $PaCO_2$ هو الضغط الجزئي لغاز الكربون في الدم الشرياني، $P(A-a)O_2$ هو الممال السنخي/الشرياني لضغط الأوكسجين.**

كان الهدف من هذه الدراسة هو إجراء مقارنة مُحكمة غير غازية لتأثيرات استخدام دارة القلب والرئة الاصطناعية أو تقنيّة القلب النابض في عمليات زرع مجازات الشرايين الإكليلية على التبادل الرئوي للغازات، وذلك باستخدام معيار يتمتّع بحساسية وانتقائية للوظيفة الرئوية أكبر من مجرد قياس مدّة التنبيب الرغامي.[6] على الرغم من أن مدّة التنبيب الرغامي كانت قد استُخدِمت في كثير من الدراسات السابقة، إلّا أنّها تتأثر بعوامل أخرى كثيرة غير الوظيفة الرئوية. يعدُّ "المزيج الوريدي" venous admixture المُشعر التقليدي لتحرّي اضطرابات التبادل الرئوي للغازات، وهو يُعرَّف بأنَّه الجزء النظري من نتاج القلب الذي يخفق في الإسهام في التبادل الكامل للغازات بوجود تهوية سنخية مثالية؛ ممَّا يعني أن وجود تبادل رئوي مثالي للغازات سيترافق مع قيمة صفر للمزيج الوريدي لقيم التركيز القسمي كلّها للأوكسجين المستنشق. يتطلّب حساب المزيج الوريدي القيام بقياس محتوى الدم الوريدي المختلط من الأوكسجين، على أنَّ ذلك يُشكل إجراءً غازياً[4]، ولذلك فإنَّ قياسات الممال السنخي/الشرياني لضغط الأوكسجين تُستعمَل حالياً بشكل واسع كبديل أقل غزواً لمراقبة التبادل الرئوي للغازات[8]، وهي تتماشى مع قيم المزيج الوريدي لقيم التركيز القسمي كلّها للأوكسجين المستنشق. من المهم الإشارة إلى أنَّ الممال السنخي/الشرياني لضغط الأوكسجين يرتفع مع زيادة التركيز القسمي للأوكسجين المستنشق لكل قيمة من قيم المزيج الوريدي، وذلك نظراً إلى شكل منحنى تفارق الأوكسجين/الخضاب[15]، وهو ما بدا واضحاً في هذه الدراسة.

تماشياً مع دراستين سابقتين قامتا بدراسة تغيّرات الممال السنخي/الشرياني لضغط الأوكسجين[3،19]، أثبتت نتائجنا أنَّ التبادل الرئوي للغازات وغازات الدم الشرياني تتراجع تراجعاً متساوياً في كلتا المجموعتين بعد العمل الجراحي. تميّزت

دراستنا الحالية بتعزيز دقّتها من خلال حساب الممالات السنخية/الشريانية لضغط الأوكسجين بعد العمل الجراحي في حالتين محدّدتين (في أثناء تنبيب الرغامى والتهوية الآلية، ثم في أثناء التنفس العفوي بعد نزع التنبيب) وباستخدام ثلاثة تراكيز مُحدَّدة من الأوكسجين في كل حالة. تمكنّا بهذا البروتوكول المُحكم من مقارنة تغيّرات التبادل الرئوي للغازات بين المجموعتين في ست حالات مختلفة بعد العمل الجراحي.[6] نضيف إلى ذلك أنَّ اشتمال الدراسة على طيف من تراكيز الأوكسجين المستنشَق يسمح بإسقاط هذه النتائج على الارتفاعات المختلفة عن سطح البحر نظراً إلى أنَّ التأثير الرئيس للارتفاع هو ببساطة إنقاص القيمة الفعلية للتركيز القسمي للأوكسجين المستنشَق بالمقارنة بالتركيز "المثالي".

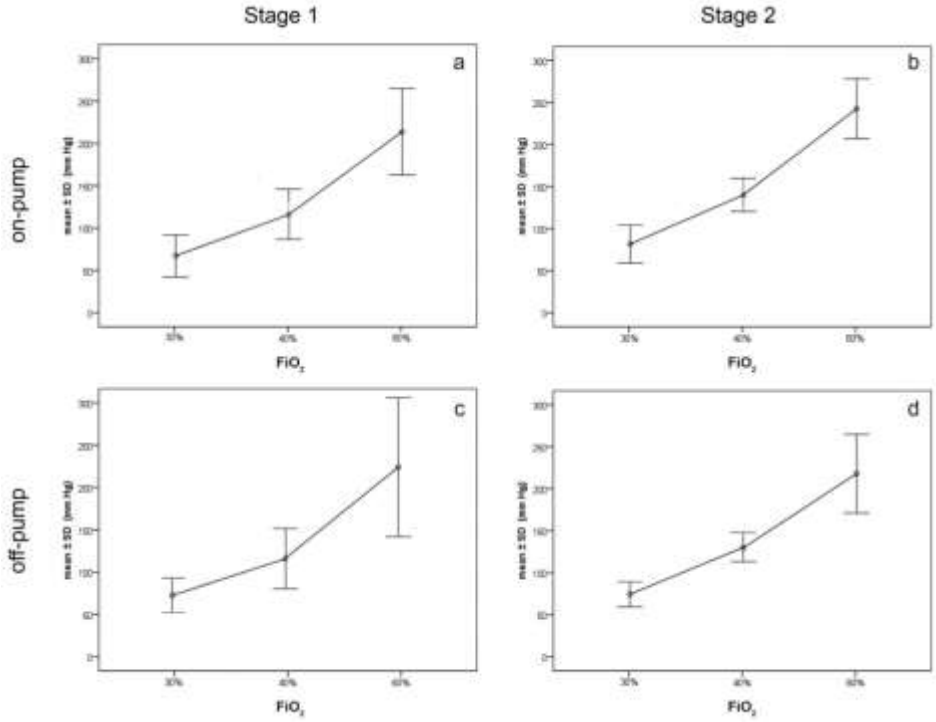
اللافت للنظر هو أن الممالات السنخية/الشريانية لضغط الأوكسجين خلال استعمال التراكيز الثلاثة من الأوكسجين كانت متطابقة عملياً، سواء في أثناء التهوية الآلية أو بعد الفطام عنها (الشكل 1)؛ ممَّا يشير بوضوح إلى عدم وجود أي فائدة لاستخدام تقنيّة القلب النابض بالمقارنة باستخدام دارة القلب والرئة الاصطناعية خلال زرع مجازات الشرايين الإكليلية، وذلك فيما يتعلّق بالتبادل الرئوي للغازات بعد العمل الجراحي. يمكن ببساطة الاستدلال من هذا التشابه بين المجموعتين وفي نقاط القياس جميعها على أنَّ التروية بدارة القلب والرئة الاصطناعية بحد ذاتها لا تؤدي دوراً مهماً في إمراضيات اضطراب الوظيفة الرئوية بعد العمل الجراحي، وأن هناك عوامل أخرى غير استعمال الدارة تؤدي الدور الرئيسي في هذا الحدث. لم يؤثر تجنّب استعمال الدارة بشكل ملموس في درجة اضطراب الوظيفة الرئوية، ويساعد ذلك على تفسير نتائج الدراسات السابقة التي لم يؤد فيها تغيير درجة حرارة التروية بالدارة[6] أو استعمال أنابيب الدارة المتوافقة حيوياً وفلاتر الكريات البيض إلى الحد من الأذية الرئوية[20]، وذلك على الرغم من تخفيف الاستجابة الالتهابية.

هناك مجموعة من العوامل الأخرى غير دارة القلب والرئة الاصطناعية التي قد تكون مسؤولة عن تطوّر الأذية الرئوية، فالتخدير العام بحد ذاته يؤدي إلى تغيّر وظيفة السورفاكتانت surfactant، كما أن تطوّر الوذمة الخلالية يمكن أن يسهم إسهاماً في حدوث الاضطرابات الميكانيكية واضطراب التبادل الغازي[1،2]. على سبيل المثال، فقد أظهرت الدراسات حدوث تراكم الماء في النسيج الخلالي خارج الأوعية في الرئتين والانخماص الرئوي عند المرضى الذين يخضعون للعمليات الجراحية الكبرى غير القلبية. تشتمل العوامل الأخرى المحتَملة والمشتركة بين تقنيّتي استخدام الدارة والقلب النابض على التهوية بالضغط الإيجابي المُفرط، ونقل المحاليل الغروانية، واستعمال البروتامين، ونقص العيوشية الخلوية، واضطراب الاستجابة الوظيفية للشرايين الرئوية.[2،21]

كان التقييد الرئيس في هذه الدراسة هو الانتقاء الدقيق للمرضى واستبعاد المصابين بالآفات التنفسية الحادّة أو المزمنة، والمرضى الذين قاموا بالتدخين خلال الشهور الستة السابقة للعمل الجراحي، والمرضى المصابين بسوء وظيفة البطين الأيسر. الأكثر من ذلك، فقد استمرت دراسة التبادل الرئوي للغازات مدة قصيرة نسبياً من الزمن، وخلال ساعات قليلة من وصول المرضى إلى وحدة العناية المشددة. بالمقابل، فإن إجراء دراسة أكثر تفصيلاً كان سيتطلّب اشتمالها على مجموعة كبيرة جداً من المرضى، وعلى المرضى المصابين باضطرابات رئوية أكثر حدّة، وكذلك دراسة التبادل الرئوي للغازات على مدى مدة أطول من الزمن بعد العمل الجراحي.

بالنتيجة، فقد عُدَّتْ دارة القلب والرئة الاصطناعية خلال مدة طويلة مسؤولة عن اضطراب الوظيفة الرئوية الذي

يحدث بعد جراحة القلب المفتوح، إلاَّ أنَّ هذه الدراسة المفصَّلة غير الغازية لم تُظهر أي فائدة لاستخدام تقنيّة القلب النابض بالمقارنة باستخدام دارة القلب والرئة الاصطناعية في عمليات زرع مجازات الشرايين الإكليلية فيما يتعلّق بالتبادل الرئوي للغازات في المرحلة الباكرة بعد العمل الجراحي، وذلك في مجموعة من المرضى ذوي الوظيفة التنفسية ووظيفة البطين الأيسر السليمتين.



الشكل (1) – تبدّلات الممال السنخي/الشرياني لضغط الأوكسجين بعد العمل الجراحي في مجموعة الدارة (الشكلين a و b) ومجموعة القلب النابض (الشكلين c و d). يُظهر الشكلين a و c الممال في المرحلة الأولى (أثناء التهوية الآلية)، ويُظهر الشكلين b و d الممال في المرحلة الثانية (أثناء تنفس المريض العفوي). تم التعبير عن البيانات على شكل المتوسط±الانحراف المعياري. FiO_2 هو التركيز القسمي للأوكسجين المستنشق.

المراجع References

1. Young RW. Prevention of Lung Injury in Cardiac Surgery: A Review. JECT 2014;46:130–14.
2. Wan S., Izzat M.B., Lee T.W., Wan IYP, Tang NLS, Yim APC. Avoiding cardiopulmonary bypass in multivessel CABG reduces cytokine response and myocardial injury. Ann Thorac Surg 1999;68:52-57
3. Kochamba G.S., Yun K.L., Pfeffer T.A., Sintek C.F., Khonsari S. Pulmonary abnormalities after coronary arterial bypass grafting operation: cardiopulmonary bypass versus mechanical stabilization. Ann Thorac Surg 2000;69:1466–70
4. Vedin J., Jensen U., Ericsson A., Samuelsson S., Vaage J. Pulmonary hemodynamics and gas exchange in off pump coronary artery bypass grafting. Interact Cardiovasc Thorac Surg 2005;4:493–7
5. Cimen S., Ozkul V., Ketenci B., *et al.* Daily comparison of respiratory functions between on-pump and off-pump patients undergoing CABG. Eur J Cardiothorac Surg 2003;23:589–94
6. Birdi I, Regragui I.A., Izzat M.B., *et al*. Effects of cardiopulmonary bypass temperature on pulmonary gas exchange after coronary artery operations. Ann Thorac Surg 1996;61:118-123
7. Meharwal Z., Mishra Y., Kohli V., Bapna R., Singh S., Trehan N.. Off-pump multivessel coronary artery surgery in high-risk patients. Ann Thorac Surg 2002;74: S1353–7
8. Güler M., Kirali K., Toker M.E., *et al.* Different CABG methods in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Ann Thorac Surg 2001;71:152–7
9. Lamy A., Devereaux P.J., Prabhakaran D., et al. Off-pump or on-pump coronary artery bypass grafting at 30 days. N Engl J Med 2012;366:1489-97
10. Ohkado A., Nakano K., Nakatani H., Gomi A., Sugiyama N., Saeguesa N. The superiority of pulmonary function after minimally invasive direct coronary artery bypass. JJTCVS 2002;50:66–9
11. LaPar D.J., Bhamidipati C.M., Reece T.B., Cleveland J.C., Kron IL., Ailawadi G. Is off-pump coronary artery bypass grafting superior to conventional bypass in octogenarians? J Thorac Cardiovasc Surg 2011;141:81–90
12. Pawlaczyk R., Swietlik D., Lango R., Rogowski J. Off-pump coronary surgery may reduce stroke, respiratory failure and mortality in octogenarians. Ann Thorac Surg 2012;94:29–37
13. Moshkovitz Y., Lusky A., Mohr R. Coronary artery bypass without cardiopulmonary bypass: analysis of short-term and mid-term outcome in 220 patients. J Thorac Cardiovasc Surg 1995;110:979–87
14. Boyd W.D., Desai N.D., Del Rizzo D.F., Novick R.J., McKenzie F.N., Menkis A.H. Off-pump surgery decreases postoperative complications and resource utilization in the elderly. Ann Thorac Surg 1999;68:1490–3
15. Møller C.H., Perko M.J., Lund J.T., *et al*. No major differences in 30-day outcomes in high-risk patients randomized to off-pump versus on-pump coronary bypass surgery. The Best Bypass Surgery Trial. Circulation 2010;121:498–504
16. Sarin E.L., Kayatta M.O., Kilgo P., *et al.* Short- and long-term outcomes in octogenarian patients undergoing off-pump coronary artery bypass grafting compared with on-pump coronary artery bypass grafting. Innovations (Phila) 2011;6:110–5
17. Groeneveld A.B., Jansen E.K., Verheij J. Mechanisms of pulmonary dysfunction after on-pump and off-pump cardiac surgery: a prospective cohort study. J Cardiothorac Surg 2007;2:11
18. Montes F.R., Maldonado J.D., Paez S., Ariza F. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass surgery and postoperative pulmonary dysfunction. J Cardiothorac Vasc Anesth 2004;18:698-703
19. Syed A., Fawzy H, Farag A., Nemlander A.. Comparison of pulmonary gas exchange in OPCAB versus conventional CABG. Heart Lung Circ 2004;13:168-172
20. Ranucci M., Balduini A, Ditta A., Boncilli A., Brozzi S. A systematic review of biocompatible cardiopulmonary bypass circuits and clinical outcome. Ann Thorac Surg 2009;87:1311-9
21. Dora K.A, Stanley C.P., A.l. Jaaly E., Fiorentino F., Ascione R, Reeves BC, Angelini GD. Isolated human pulmonary artery structure and function pre- and post-cardiopulmonary bypass surgery. J Am Heart Assoc. 2016;23. pii: e002822. doi: 10.1161/JAHA.115.002822

تاريخ ورود البحث 2017/01/16.
تاريخ موافقة النشر 2017/08/09.