|  |  |
| --- | --- |
| **السنة** | 2005 |
| **الاكتشاف** | إنتاج نسيج عضلات، تعمل فيه شبكة من الأوعية الدموية، من خلايا جذعية جنينية، وقد تمّ زرعه في الفئران بنجاح |
| **الباحثون المشتركون** | بروفيسور شولميت ليبنبرغ |
| **صور الباحثون** | פרופ‘ שולמית לבנברג |
| **المؤسسة الأكاديمية التي يعمل فيها الباحثون** | التخنيون، كلية الهندسة البيو – طبية |
| **جوائز مهمة حاز عليها الباحثون** | تمّ اختيارها في قائمة 50 عالمًا من بين العلماء الرائدين في دورية ساينستيفك أميركن سنة 2006. |
| **الموضوع في المنهج التعليمي الذي يمكن أن نربط بينه وبين الاكتشاف** | **الخليّة – مبنى ونشاط**  **الوراثة، الطب والمجتمع: استعمال خلايا جذعية.** |
| **"قصة الاكتشاف" الاكتشاف والعمل العلمي للباحثين** | نشرت بروفيسور شولميت ليبنبرغ من التخنيون، سنة [2005](https://he.wikipedia.org/wiki/2005)، عندما كانت في حينه ما بعد الدكتوارة، بحثًا مشتركًا مع بروفيسور روبرت لينجر من   MIT، وقد شكّل ذلك إنجازًا في إنتاج أجزاء أنسجة بشرية. نجحوا، في هذا البحث، في إنتاج نسيج عضلات يعمل من خلايا جذعية، وقد احتوى هذا النسيج على أوعية دموية، وقد تمّ زرعه بنجاح في الفئران.  إحدى المحدوديات التي تواجه الباحثين في تطوير نسيج مُهندَس هو قدرة استيعاب هذه الأنسجة في الجسم. بما أنّ عمليّة إدخال الأوعية الدموية إلى النسيج المزروع غير سريع بشكل كاف، قد يموت النسيج بسبب نقص في تزويد الدم. الفكرة التي عملت عليها بروفيسور ليبنبرغ هي إنتاج نسيج مُهندَس في داخله هيئة أوعية دموية لتشجيع استيعاب الزرع. يساعد إنتاج الأوعية دموية داخل النسيج في الحفاظ على حياة النسيج خلال النمو، يؤدّي إلى تطوّر منتظم ويُتيح جذب سريع لأوعية دموية إضافيّة إلى النسيج بعد عمليّة الزرع.    عملت بروفيسور ليبنبرغ مع فريق باحثين من جامعة MIT ، في المرحلة الأولى، على نسيج عضلات. نجحوا في إنتاج نسيج عضلات، في المختبر، من خلايا جذعية جنينية، كما نجحوا في إدخال شبكة أوعية دموية في داخلها. لهذا الغرض طوروا طريقة تعتمد على استعمال "سقالة" ثلاثية الأبعاد قابلة للتحلل مصنوعة من بوليمرات اصطناعية. يتمّ زرع الخلايا الجذعيّة على "سقالة" تشبه إسفنجة فيها ثقوب، والهدف من ذلك أن تتمركز الخلايا الجذعية داخل الثقوب وتبدأ بالتكاثر، التمايز وإنتاج نسيج حيّ تتوفّر فيه الصفات المرغوبة. مع مرور الوقت تتحلل "السقالة" الاصطناعيّة تلقائيًّا، ويندمج النسيج بشكل كامل داخل العضو الحيّ الذي تمّ الزرع فيه. كان إنجاز بروفيسور ليبنبرغ وفريقها في اكتشاف الخلايا الجذعية التي تنمو على سطح "سقالة" البوليمر. استعملوا ثلاثة أنواع من الخلايا: خلايا ميوبلاستية تتحوّل مع تطوّر النسيج إلى ألياف عضلات، خلايا فيبروبلاستية تتحوّل إلى نسيج عضلات أملس، والتجديد الكبير كان خلايا بطانة غشائية تبطن داخل الأوعية الدموية التي تنمو. يستطيع النسيج المُهندَس أن ينمو ككتلة ثلاثية الأبعاد للعضلات وأن يُنْتِج داخله أوعية دموية تستطيع أن ترتبط بالأوعية الدموية للنسيج الذي تمّ الزرع فيه وأن يتدفق الدم الضروري لبقاء النسيج المزروع. وظيفة خلايا البطانة الغشائية لا يقتصر فقط في كونها نقطة انطلاق لإنتاج أوعية دموية. كما يوجد لها وظيفة مهمة بالطريقة التي ترتبط بها الخلايا المختلفة في النسيج ببعضها وترسل إشارات ضرورية تؤدي للنسيج أن ينمو وأن ينتظم في مبنى صحيح. وبالفعل، عندما زرعوا العضلة المهندَسَة في جسم الحيوان نجحوا في تحسين استيعاب الزرع. شكّل هذا البحث حجر أساس لإنتاج أعضاء بديلة لأعضاء أُصيبت نتيجة لصدمة جسدية أو مرض، وقد كان مهمًا جدًّا في مجال هندسة الأنسجة.  بفضل هذا الاكتشاف اختارت الدورية العلميّة Scientific American، سنة 2006، بروفيسور ليبنبرغ كرائدة من بين خمسين شخصية علميّة عالميّة تؤثّر على العلم ، كما أنّها حازت على جوائز مهمة من بينها جائزة كريل، وفي سنة 2014 تمّ اختيارها واحدة من بين 50 امرأة مؤثرة في إسرائيل، وقد تمّ اختيارها من قبل صحيفة جلوبس.    قالت بروفيسور ليبنبرغ: "كان بحثي إنجازًا لأنّه قدّم الجديد في استعمال نسيج مُهندَس معقد يشمل أوعية دموية مهندَسَة للزرع". عرضنا أهمّيّة الأوعية الدموية المُهندَسة ومساهمتها في استيعاب النسيج". يتحسن استيعاب زرع هذه الأنسجة في المستقبل. للبحث تطبيقات طبية في تصحيح، استبدال أو ترميم أنسجة مصابة.  نُشر سنة [2007](https://he.wikipedia.org/wiki/2007) أنّ بروفيسور ليبنبرغ وبروفيسور ليئور جفشتين نجحا في إنتاج نسيج قلب ينبض من خلايا جذعية جنينية بشرية، وقد تمّ ذلك في المختبر.  نُشر في الآونة الأخيرة بحث تعاون بين بروفيسور ليبنبرغ وبرفيسور دنيئل أوفن، من جامعة تل أبيب، وقد نجحا في هذا البحث أن يستعملا خلايا جذعية وهندَسة أنسجة لترميم حبل شوكي مقطوع في الفئران، وقد نجحا في ترميمه وفي إعادة سيطرة الفئران على الإحساس بأرجلها. تؤدّي إصابة الحبل الشوكي أحيانًا إلى خلل غير عكسي في مناطق حساسة في الجسم، في أعقاب إصابة ألياف عصبية في الخلايا الداعمة للأعصاب المسؤولة عن الاتصال بين الخلايا العصبية. نجح الباحثون في الماضي في ترميم نخاع شوكي مصاب بواسطة خلايا جذعية، لكن هذه المرّة الأولى التي أعاد فيها زرع خلايا جذعية الإحساس في الأطراف والقدرة على تنفيذ حركة معقدة، بما في ذلك السير السريع، وقد كان ذلك خلال عدّة أسابيع فقط. في هذا البحث تمّ وضع خلايا جذعية من لثة إنسان على "سقالة" ثلاثية الأبعاد مصنوعة من مواد عضوية كي يتطور عليها النسيج. وقد وجهت "السقالة" اتجاه نمو الخلايا العصبية وأليافها، وهي تكسب النسيج اتزان صحيح بين المرونة والقساوة. تمّ حث الخلايا بموادّ نمو تشجعها على إفراز بروتينات تدعم إنتاج الخلايا العصبية من جديد، وبعد أن أصبح النسيج المُهندَس جاهزًا تمّ زرعه في المكان المناسب. أعادت العمليّة خلال ثلاثة أسابيع قدرة المشي، التناسق وقدرات حركية إضافيّة لدى 42% من الفئران (يمكن مشاهدة نتائج التجارب في الأفلام القصيرى المرفقة). |
| **فعّاليّات للتلاميذ، مقالات وأفلام قصيرة** | [שימוש בשתלי רקמת שריר מהונדסים כאמצעי לטיפול רפואי](http://meyda.education.gov.il/files/Mazkirut_Pedagogit/MadaTechnologya/hatab/Madaniyot/shimush_rikmot.pdf) – יחידת הוראה המבוססת על מחקרה של פרופ' שולמית לבנברג. בחלק הראשון מוצג מחקרה בתחום הנדסת רקמות שריר, באמצעות ניתוח מאמר מעובד ושאלות במהלכו.  [סרטון בו רואים שיקום של פגיעה בחוט שדרה של חולדה על ידי השתלת תאי גזע מאדם](http://uk.businessinsider.com/scientists-make-paralysed-rats-walk-again-using-human-stem-cells-2017-12)- תוצאות של מחקר המשך של פרופ' לבנברג שפורסם ב2017  [סרטון המסכם מחקר בו חולדות שהיו נכות התחילו ללכת לאחר טיפול בתאי גזע](https://www.youtube.com/watch?v=FaR_TSoO2AM) – תוצאות מחקר המשך שך פרופ' לבנברג |
| **مصادر معلومات** | [רוקמת הרקמות](https://heb.wis-wander.weizmann.ac.il/%D7%A8%D7%95%D7%A7%D7%9E%D7%AA-%D7%94%D7%A8%D7%A7%D7%9E%D7%95%D7%AA/%D7%AA%D7%95%D7%A6%D7%A8%D7%AA-%D7%94%D7%9E%D7%9B%D7%95%D7%9F) (2007) כתבה באתר 'מסע הקסם המדעי', מכון ויצמן למדע.  [צניעות, ברק ועבודה קשה](https://www.hayadan.org.il/sciam-choose-shulamit-levenberg-2302078) (2007) דבורה יעקובי כתבה באתר הידען **שיחה עם ד"ר שולמית לבנברג, המדענית הישראלית מן הטכניון שנבחרה כאחת מחמישים המדענים המובילים של "סיינטיפיק אמריקן" לשנת 2006**  [המוחות החדים בהנדסה // לב פועם מרקמה מהונדסת](https://www.themarker.com/magazine/1.1898878), (2013), אפרת נחושתאי מגזין דה מרקר.  [לראשונה: רקמה מהונדסת עם כלי דם ראשיים](https://www.technion.ac.il/2014/03/%D7%9C%D7%A8%D7%90%D7%A9%D7%95%D7%A0%D7%94-%D7%A8%D7%A7%D7%9E%D7%94-%D7%9E%D7%94%D7%95%D7%A0%D7%93%D7%A1%D7%AA-%D7%A2%D7%9D-%D7%9B%D7%9C%D7%99-%D7%93%D7%9D-%D7%A8%D7%90%D7%A9%D7%99%D7%99%D7%9D/) (2014) כתבה באתר הטכניון  [פרופ' שולמית לבנברג מהטכניון פיתחה שיטה המאיצה את היקלטותן של רקמות מלאכותיות המיועדות להשתלה](https://www.hayadan.org.il/better-and-quicker-implants-1304168) (2016) הידען.  [חוקרים ישראלים הצליחו לגרום לחולדות משותקות לחזור ללכת](https://www.haaretz.co.il/news/science/1.4589395) (2017) עידו אפרתי, עיתון הארץ.  Levenberg S., Rouwkema J., Macdonald M., Garfein S. E., Kohane S.D., D'amore A. P. and Langer R. (2005) Engineering vascularized skeletal muscle tissue. Nature Biotechnology, 23, pages 879–884 [Engineered Vascularized Muscle Flap | Protocol](https://www.jove.com/video/52984/-?language=Hebrew) סרטון המציג את השיטה של יצירת רקמת שריר מתוך המאמר:  Egozi, D., Shandalov, Y., Freiman, A., Rosenfeld, D., Ben-Shimol, D., Levenberg, S. Engineered Vascularized Muscle Flap (2016). J. Vis. Exp. (107), e52984 |