

الحمل يمثل تحديات هندسية وتشخيص الولادة المبكرة وعلاجها يتطلب فهم آلياتها



لماذا يولد الأطفال قبل الأوان؟ لا زال المتخصصون لا يعرفون السبب

أطباء التوليد جيدون جدًا في إدارة الولادة. ولكن عندما يتعلق الأمر بالتنبؤ بما إذا سيولد الطفل في أوانه، فإن الأبحاث العلمية لا زالت متأخرة في هذا الصدد(1). الأبحاث التي تتعلق بأسباب الولادة المبكرة (أو المبكرة) [أي التي تحدث قبل الأسبوع الـ 37 من الحمل، بحسب التعريف] لا زالت متخلفة عن دراسات جرت في أمراض أخرى، مثل السرطان. وهذا يعني أن الممرضات والأطباء والقابلات والدولات(2) doulas لا يملكون الأدوات والموارد التي يحتاجونها للقيام بأفضل ما يمكنهم من عمل عندما يولد الطفل قبل الأسبوع الـ 37 من الحمل.

أحد العوامل القليلة المحتملة المعروفة للولادة المبكرة هو ما إذا كانت المرأة الحامل قد أنجبت طفلاً

خديجًا في السابق. وعوامل الخطر الأخرى تشمل الحمل بتوأم أو ثلاثة توأم أو أكثر، كما تشمل بعض الحالات الطبية مثل التهابات المسالك البولية أو ارتفاع ضغط الدم أو مرض السكري. ومع ذلك، فإن معرفة عوامل الخطر هذه لا تحدد دائمًا سبب الولادة المبكرة.

التقدم في الأبحاث بخصوص الولادة المبكرة لا زالت بطيئة جزئيًا لأن الكثير منها حتى الآن لم تناول الحمل من منظور بيولوجيا الإنجاب(3). ويشمل ذلك التغيرات الفسيولوجية الهائلة في الجهاز الإنجابي والقلب والأوعية الدموية والغدد الصماء للمرأة الحامل، وتأثير الهرمونات والوراثة (الوراثة genetics) ويطلق عليها أيضًا قوى على ينطوي لأنه (4)هندسية تحديات لا أيضًا يمثل الحمل أن لّا. والجنين الوالدين من كل في [heredity فيزيائية (مادية). إذ يتعامل الأطباء مع جنين يبلغ متوسط وزنه 3.2 كغم (7 أرطال)(5) في حوالي لتر واحد من السائل الأمنيوسي(6) مثبت في مكانه بغشاء سمكه أقل من 1 ملم - كل ذلك داخل الرحم الذي يبدأ بحجم قبضة يد. كل ذلك ينطوي على قوى وضغوط وأحمال ميكانيكية [المقاومة الميكانيكية الخارجية(7)] التي يمكن أن تساهم جميعها في حالات الأم الحامل والجنين والمشيمة التي يمكن أن تتسبب في الولادة المبكرة.

في دراسة نُشرت منذ أكثر من 150 عامًا(4)، أقر أحد الأطباء أن الولادة تعتبر حدثًا ميكانيكيًا. لكنه كان يستخدم تكنولوجيا القرن التاسع عشر لقياس الضغط على كل وحدة مساحة على الأغشية الداعمة للحمل. أصبح لدى الباحثين الآن فقط الخبرة الهندسية الميكانيكية والكهربائية والحوسبية الكافية للتعامل مع تحديات الولادة المبكرة.

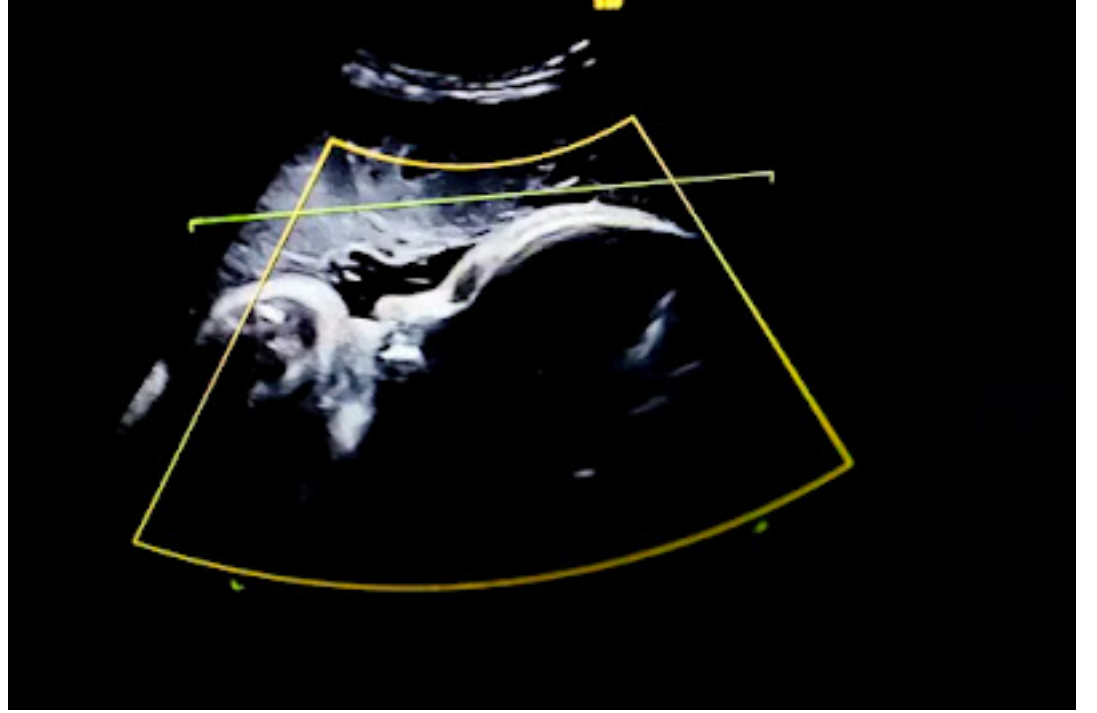
لكن الدراسات في الولادة المبكرة لا تزال متأخرة جدًا، لذا يجب على الباحثين أولاً إيجاد الأدوات اللازمة لدراسة الحالة قبل أن يتمكنوا من تشخيصها وعلاجها. وهذا ما يقوم به فريقنا.

عدة مضاعفات يمكن أن تتسبب في الولادة المبكرة

من الصعب التعرف على العوامل اللاتي يمكن أن يتعرضن لاحتمال الولادة المبكرة بشكل دقيق، لأن أسباب هذه الحالة لا تقتصر على سبب واحد. إذ يمكن أن تحدث الولادة المبكرة بسبب عوامل متعددة تشمل الحامل أو جنينها أو المشيمة أو أغشية الجنين المتصلة بالمشيمة التي تصل الجنين بأمه.

على الصعيد العالمي، هناك خديج واحد لكل 10 ولادات(8). من بين هذه الولادات المبكرة، هناك حوالي 30% إلى 40% منها تحدث بسبب تمزق الأغشية الجنينية (الغشاء الأمنيوسي) المبكر(10 ، 9)، و 1% إلى 9% أخرى من هذه الولادات المبكرة يعود إلى توسع عنق الرحم قبل الأوان(11).

حتى مع توفر التكنولوجيا الحديثة، نادرًا ما يمكن منع الولادة المبكرة. أدوات الفحص الحالية لقياس احتمال الولادة المبكرة بدائية إلى حد ما (12). يستخدم الأطباء الموجات فوق الصوتية لمراقبة حجم الطفل ووضعيته، ويتحسسون مباشرةً عنق الرحم لمعرفة ما إذا أصبح رقيقًا soft ومنفتحًا، وهي عملية طبيعية قبل المخاض ولكنها تمثل مشكلة لو حدثت في وقت مبكر جدًا.



التقنيات الحالية غير

قادرة على قياس احتمال الولادة المبكرة بدقة

و توقف الجنين عن النمو، ربما بسبب عدم كفاية كمية الدم الواصلة إلى المشيمة، يقوم الأطباء بإجراء عملية قيصرية مبكرة (قبل أو ان الولادة الطبيعية) (13) لإنقاذ حياة الجنين وتجنب موته داخل الرحم. تُستخدم أيضًا العمليات القيصرية الوقائية (14) في بعض الأحيان لمنع أو علاج تسمم الحمل (15)، أو ارتفاع ضغط الدم بشكل خطير أثناء فترة الحمل.

في كلتا الحالتين، يوازن كل من الحوامل والأطباء بين فوائد الولادة القيصرية المبكرة لكل من الجنين والديه مقابل المخاطر المرتبطة بالولادة المبكرة، بما فيها مشكلات التنفس أو البصر أو القلب والأوعية الدموية أو غيرها من المشكلات الصحية للطفل التي من قد يعاني منها طوال حياته.

مجموعة واسعة من العوامل التي تلعب دورًا في الولادة المبكرة تجعل التشخيص المبكر صعبًا. لكن كلما كانت معرفة القوى الميكانيكية الحيوية الأساسية الفاعلة أثناء الحمل أفضل كلما تمكن الباحثون من الدخول في مجالات

دراسة جديدة للبحث عن قرائن تشخيصية.

معالجة التحدي الهندسي من زوايا متعددة

الحمل هو في الأساس عملية فيزيائية (16)، بدءاً من تمدد الرحم لاستضافة الطفل وحتى اتساع عنق الرحم (17) عندما تبدأ انقباضات (تقلصات) المخاض وتدفع الأم الحامل بالجنين خارج الرحم. ويحدث خطأ ميكانيكي في الأثناء، قد يؤدي ذلك إلى نتائج مأساوية.

على سبيل المثال، عوامل خطر الولادة المبكرة للحامل تشمل تمزق الرحم (17) أو تسمم الحمل. ويمكن أيضاً أن تنفصل المشيمة عن جدار الرحم، مما يتسبب في نزيف الحامل حتى الموت. الحمل بتوأم يأتي مع زيادة في كمية السائل الأمنيوسي والدم مما يضيف ثقلاً آخر على المشيمة، مما قد يتسبب في مخاض مبكر.

يعمل فريقنا المتكون من مهندسي ميكانيكا حيوية وطب حيوي على فهم الأسباب الكامنة وراء الولادة المبكرة من زوايا مختلفة، وكل ذلك بهدف التشخيص والتدخل.

مقطع فيديو عن عملية الحمل: https://youtu.be/F_ss7-8rYg?si=_3EofJSAosSAFAyK

الحمل يغير جسم الحامل فيزيائياً

تدرس كريستين مايرز وهي واحدة من ضمن الفريق، بيولوجيا إعادة تشكيل الأنسجة (18) للتعرف على ميكانيكا الحمل البيولوجية. يقوم مختبرها بتصميم نماذج حوسبية (19) لقياس طريقة عمل الرحم وعنق الرحم وأغشية الجنين لتحمل الأحمال الميكانيكية الناجمة من الحمل. تستخدم هي وفريقها الموجات فوق الصوتية لدراسة مدى نمو الرحم وتمدده ومقدار الحمل الميكانيكي على عنق الرحم، والتنبؤ بما إذا كان سيخفق في وقت مبكر جداً. استخدام الرحم كمقياس لضغط البيئة الميكانيكية للحمل يمكن أن يساعد في التعرف على المضاعفات قبل حدوثها.

تدرس زميلتنا الأخرى، ميشيل أوين [Michelle Oyen](#) الفيزياء وعلوم المواد الخاصة بالأنسجة الرقيقة (20) مع التركيز على الخواص الميكانيكية لأغشية الجنين ونقل العناصر الغذائية إلى المشيمة. يقوم مختبرها، بالتعاون مع فريق مايرز، بتطبيق البيانات الضخمة والتعلم الآلي على السجلات الطبية المعنى مصادرها لإنشاء توائم رقمية [المترجم: التوأم الرقمي هو نموذج افتراضي يمثل توأم بشري ويحاكي صفاته ويأخذ بياناته منه ليحاكي حالاته

بشكل تزامني(21)] - أو نماذج حوسبية للبيانات الصحية لإحدى الحوامل - والتي يمكن أن تساعد في التنبؤ بكيفية تطور الحمل. قد يساعد هذا الأطباء على علاج مضاعفات الحمل أو تجنبها.

أخيراً، استخدمت ميليسا سكالاً تقنية غير باضعة تسمى التصوير المقطعي بالتماس البصري(22، 23). ينتج عن هذا النوع من التصوير صوراً ثلاثية الأبعاد للأنسجة التي لا يمكن تصويرها بالموجات فوق الصوتية أو التصوير بالرنين المغناطيسي، مثل أغشية الجنين الرقيقة soft جداً. استخدم مختبرها هذه التقنية لدراسة كيف تتمزق أغشية الجنين تحت قوى ضغط مختلفة، مما يوفر خط أساس baseline من المعلومات التي يمكن استخدامها لبناء نماذج رقمية أفضل للضغط الذي يتعرض له غشاء الجنين. يمكن أن يكون التصوير المحسّن لأغشية الجنين وعنق الرحم بمثابة منبه للأطباء عندما تكون هذه البنى معرضة لاحتمال الفشل.

كلما كان التصوير أفضل كلما كانت النماذج أفضل

الكأس المقدسة (السر) لتجنب الولادة المبكرة هي التشخيص المبكر. قائمة مرجعية checklist للإنذار المبكر بشأن احتمالات الولادة المبكرة من شأنها أن تساعد في وقاية صحة كل من الطفل وأمه.

قد تبدو القائمة المرجعية هذه كما لو أن هناك طبيب يطلب فحصاً تصويرياً بمجرد معرفة أن المرأة حامل ليعرف حجم الرحم وعنق الرحم. ثم قد يأخذ مسحة من السائل المهبلي لتحليل التغيرات البيولوجية في عنق الرحم.

كلما كانت تقنيات النمذجة أفضل كلما كانت قادرة على تقييم مرحلة تنالي الحمل عند الحامل، ويمكن لأدوات التصوير الأكثر دقة قياس التغييرات بمرور الزمن (تنالي حالة الحمل). كلما كان التنبؤ بموعد بدء المخاض أفضل، كلما استطاع الأطباء والحوامل اتخاذ قرار أكثر استنارة بشأن ما إذا كانت العملية القيصرية ضرورية أم لا.



معرفة متى الحامل معرضة

لاحتمال الولادة المبكرة يمكن أن يساعد في منعها.

لا يزال أمامنا سنوات عديدة لإعداد قائمة مرجعية دقيقة للإنذار المبكر للولادة المبكرة. لكن الباحثين في بيولوجيا الإنجاب وعلم الأوبئة والمعلوماتية البيولوجية bioinformatics والهندسة يبذلون قصارى جهدهم لفهم المزيد من التفصيل عن طريقة ولادة الأطفال والمضاعفات العديدة التي قد تظهر أثناء الحمل، بما فيها الولادة المبكرة.

نحن نؤمن بأن الهندسة - وهي الحل الإبداعي للمشكلات باستخدام التكنولوجيا - تعتبر إضافة مهمة لمقاربة متعددة التخصصات اللازمة للتعامل مع مضاعفات الولادة المبكرة.

مؤلفو الدراسة:

ميليسا سكالا Skala Melissa برفسور الهندسة الطبية الحيوية، جامعة ويسكونسن ماديسون وكريستين مايرز Kristine Myers في مشارك أستاذ Michelle Oyen أوين ميشيل و كولومبيا جامعة، الميكانيكية الهندسة برفسور Kristine Myers الهندسة الطبية الحيوية والفنون والعلوم في جامعة واشنطن في سانت لويس

