Mission: Observierung der Schulter[1]

Brigitte M. Jolles, Kamiar Aminian, Brian Coley, Cyntia Duc, Claude Pichonnaz, Jean-Philippe Bassin, Alain Farron

Nationales Forschungsprogramm NFP 53 «Muskuloskelettale Gesundheit – chronische Schmerzen»

Hintergrund

Für die Weiterentwicklung der Chirurgie – insbesondere der orthopädischen Chirurgie – ist es wichtig, messen zu können, wie wirksam eine Behandlung tatsächlich ist. Auf dem Gebiet der Schulterchirurgie wurde zu diesem Zweck die Erfassung mehrerer Variablen vorgeschlagen, die subjektive Eindrücke, funktionale Parameter oder eine Kombination davon berücksichtigen. Solche Messwerte sind in der Regel halbqualitativ; zu ihnen gehören: das American Shoulder and Elbow Surgeons score (ASES), das Constant-Score, das Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand score (DASH) oder der Simple Shoulder Test. Allerdings gibt es bis heute keinen allgemein anerkannten Standard. Letztlich besteht die Schwierigkeit darin, das Ergebnis einer Behandlung zu quantifizieren, das in der Regel sowohl der Patient als auch der Chirurg subjektiv bewerten [1].

Um bestimmen zu können, welche medizinische Behandlung angebracht ist, braucht es aber objektive Parameter. Dazu wurden in den vergangenen Jahren verschiedene Systeme zur Analyse von Bewegungen entwickelt. Allerdings sind für solche Messungen aufwendige, komplexe und teure Einrichtungen in einem spezialisierten Forschungslabor erforderlich. Da dies weder für die Patienten noch für die Ärzte praktikabel ist, gibt es keine routinemässige Anwendung in der medizinischen Praxis [2]. Mit anderen Worten: Es fehlt eine einfache Methode, mit der sich die Aktivität und die Lebensqualität von Patienten vor und nach dem chirurgischen Eingriff an der Schulter einfach und zuverlässig messen liesse.

Zielsetzung

Das Ziel des vorliegenden Projekts bestand darin, eine neue Methode zu entwickeln und zu validieren, die es erlaubt, die Ergebnisse nach einer Behandlung von Schulterpathologien objektiv zu bewerten. Grundlage dafür sollte ein System kleiner, tragbarer und nicht invasiver Trägheitssensoren sein. Ein solches System könnten die Ärzte in ihrer Praxis problemlos einsetzen – vergleichbar einem Langzeit-EKG; die Patienten würden es bequem während ihrer beruflichen und häuslichen Tätigkeiten mit sich tragen. Das Kontrollsystem musste deshalb zwei Voraussetzungen erfüllen. Der Patient sollte es selbstständig anbringen können und der Arzt musste in der Lage sein, die Ergebnisse ohne zusätzliche Hilfe eines spezialisierten Technikers auszuwerten.

Methode

Derzeit führen wir eine nicht randomisierte, prospektive Studie in zwei Schritten durch. Die erste Phase ist mittlerweile beendet, dabei haben die Ingenieure das Messsystem an sich entwickelt. In der zweiten Phase überprüfen wir nun, wie effizient das neue System in einer ambulanten klinischen Anwendung ist. Die Teilnehmer der Studie sind Patienten des CHUV Lausanne (Standort Orthopädisches Spital), die wegen einer Schultererkrankung operiert werden müssen (Operation an der Rotatorenmanschette oder Einsetzen einer Schulterprothese). Aus klinischer Sicht wird der Schmerz der Patienten mit Hilfe der Visuellen Analog-Skala (VAS) quantifiziert. Das europäische Score zur Lebensqualität in 5 Dimensionen (EQ-5D), das Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand score (DASH), das American Shoulder and Elbow Surgeons score (ASES) und ein vom Patienten selbst erstelltes Score dienen dazu, bei jeder Kontrolluntersuchung vor und nach der medizinischen Behandlung eine subjektive Bewertung vorzunehmen. Hinzu kommt eine funktionelle Analyse auf der Basis des Constant-Scores.

Die verschiedenen Bewegungsparameter der Schulter werden mittels eines Gerätes vom Typ Physilog® (BioAGM, CH) erhoben. Es ist mit zwei Trägheitssensoren verbunden, zu denen drei Beschleunigungsmesser und drei Mini-Gyroskope gehören, die die Orientierung im Raum erfassen. Mit einem Heftpflaster wird der eine Sensor auf dem Thorax und der zweite auf dem Oberarmknochen befestigt (Abb. 1). Das Aufzeichnungsgerät trägt der Patient am Gürtel, sämtliche Messinstrumente lassen sich durch seine Kleidung kaschieren (Abb. 2). Zunächst wird der Patient dazu angehalten, 12 verschiedene Bewegungen mit dem erkrankten Arm auszuführen, dann mit dem gesunden. Anschliessend steht es ihm frei, seinen täglichen Beschäftigungen nachzugehen. Nachdem der Patient seinem Arzt das Überwachungssystem zurückgebracht hat, werden die aufgezeichneten Werte analysiert.

Resultate

Schon die ersten Ergebnisse haben gezeigt, dass es mit den traditionellen Scores (Constant, DASH, SST) nicht möglich ist, die Fortschritte des Patienten in den ersten

1 Mini-Sensoren zur objektiven Überprüfung der Behandlungsergebnisse bei Schulterpathologien. Projektnummer: 405340–104752/1–2.

Abbildung 1
Beispiel eines Sensors, der am Arm angebracht ist.

Abbildung 2
Das Physilog-Gehäuse, in dem die Daten aufgezeichnet werden, daneben ein Sensor mit 3-D-Beschleunigungsmesser und 3-D-Gyroskop.

drei Monaten nach seiner Behandlung statistisch signifikant darzustellen (p >0,15). Ein solcher Nachweis ist erst nach sechs Monaten möglich (p <0,01). Die von den Sensoren gelieferten Daten, die mit speziell entwickelten mathematischen Algorithmen analysierten wurden [3], erlauben indessen, bereits nach drei Monaten signifikante Verbesserungen in Bezug auf Bewegungslänge, Winkelgeschwindigkeit, Erhebungswinkel des Arms bei den täglichen Aktivitäten und Schulterkraft präzise zu bestimmen (p <0,01) [4]. Ausserdem können Patienten mit gesunden Schultern eindeutig von jenen mit Schulterpathologie unterschieden werden. Es lässt sich sogar verfolgen, ob ein Patient durch seine Pathologie zum Rechts- oder Linkshänder wurde und wie sich diese Dominanz im Laufe der Behandlung ändert [5].

Praktische Schlussfolgerung

Die neu entwickelte Methode erlaubt es, bei Patienten Änderungen in der Biomechanik der Schulter vor und nach der medizinischen Behandlung sowie im Laufe der täglichen Aktivitäten zu bewerten. Dank der Zusammenarbeit von Ingenieuren, Ärzten und Physiotherapeuten konnten neueste technischen Lösungen und Computeralgorithmen mit klinischen und chirurgischen Daten kombiniert werden. Das Ergebnis war die Entwicklung eines praktischen und präzisen Systems, das den Venel-Preis 2008 der Schweizerischen Gesellschaft für Orthopädie erhielt. Mit diesem Ansatz lassen sich die tatsächlichen Bedürfnisse der Patienten, die je nach ihrem Alter und ihrer Vorgeschichte verschieden sind, quantifizieren und evaluieren. Wir sind zuversichtlich, dass es gelingt, die Wirksamkeit verschiedener Behandlungen in realen Alltagssituationen der Patienten objektiv miteinander zu vergleichen und so die Wahl der richtigen medizinischen, chirurgischen und Reha-Behandlung zu erleichtern.

Ausblick

Sensoren an der Schulter werden es uns bald erlauben, die Ergebnisse von Behandlungen miteinander zu vergleichen. Es wäre indessen sehr nützlich, ein ähnliches Hilfsinstrument auch für die Diagnose zu Verfügung zu haben. Möglich werden könnte dies durch die Kombination anderer Typen von Mini-Sensoren, EMG etc.
Darüber hinaus liesse sich der in diesem Projekt verfolgte Ansatz mit Mini-Sensoren auf anderen Gelenken kombinieren. Das würde es künftig erlauben, eine maximale Anzahl von Gelenken des menschlichen Körpers synchron zu evaluieren, um den Bewegungsapparat eines Patienten als Ganzes analysieren zu können.

Die wichtigste Botschaft

Ein neues System aus tragbaren Sensoren misst biomechanische Veränderungen vor und nach einer Operation an der Schulter. Dadurch kann die Wirksamkeit einer Behandlung einfach und zuverlässig überprüft werden.

Korrespondenz:
Dr Brigitte Jolles, PD MER, Prof. EPFL
Service de chirurgie orthopédique
et de traumatologie de l'appareil moteur
Département de l'appareil locomoteur
Centre Hospitalier Universitaire Vaudois
et Université de Lausanne,
Site Hôpital orthopédique
4, avenue Pierre Decker
CH-1005 Lausanne
brigitte.jolles-haeberli@chuv.ch

Literatur

1 Jolles BM, Aminian K, Bourgeois A, Coley B, Pichonnaz C Dutoit, M et al. Evaluation des résultats après chirurgie de l'épaule à l'aide de capteurs cinématiques tri-dimensionnels. Rev Chir Orthop. 2006;92(6): 3S148.
2 Aminian K, Najafi B, Bula C, Leyvraz PF, Robert P. Spatio-temporal parameters of gait measured by an ambulatory system using miniature gyroscopes. J Biomech. 2002;35(5):689–99.
3 Coley B, Jolles BM, Farron A, Bourgeois A, Nussbaumer F, Pichonnaz C et al. Outcome evaluation in shoulder surgery using 3D kinematics sensors. Gait Posture. 2007;25(4):523–32.
4 Coley B, Jolles BM, Farron A, Aminian K. Arm position during daily activity. Gait Posture. 2008;28(4):581–7.
5 Coley B, Jolles BM, Farron A, Pichonnaz C, Bassin JP, Aminian K. Estimating dominant upper-limb segments during daily activity. Gait Posture. 2008;27(3):368–75.