

# Mesurer l'amplitude articulaire du genou : goniomètre universel ou smartphone ?

Rev Med Suisse 2013 ; 9 : 2372-5

S. Rwakabayiza  
L. C. Pereira  
E. Lécureux  
B. Jolles-Haeberli

## Measurement of the knee range of motion: standard goniometer or smartphone?

Universal standard goniometer is an essential tool to measure articulations' range of motion (ROM). In this time of technological advances and increasing use of smartphones, new measurement's tools appear as specific smartphone applications. This article compares the iOS application «Knee Goniometer» with universal standard goniometer to assess knee ROM. To our knowledge, this is the first study that uses a goniometer application in a clinical context. The purpose of this study is to determine if this application could be used in clinical practice.

Le goniomètre universel est un outil de mesure des amplitudes articulaires qui est indispensable en pratique clinique. Les avancées technologiques et l'impressionnante augmentation de l'utilisation des smartphones ces dernières années ont fait naître de nouveaux outils de mesure sous forme d'applications spécifiques. Cet article compare la fiabilité d'une application goniomètre pour iPhone (application iOS *Knee Goniometer*) avec le goniomètre standard universel pour évaluer l'amplitude articulaire du genou en vue d'une utilisation en routine clinique.

## INTRODUCTION

Le goniomètre standard universel est un outil simple, reconnu et utilisé dans le monde entier pour mesurer l'amplitude des mouvements articulaires (figure 1). Il s'agit d'un outil utilisé quotidiennement par les médecins et physiothérapeutes, que

ce soit pour des pathologies articulaires aiguës ou chroniques, en consultation médicale ou lors de programme de rééducation. Depuis des dizaines d'années, de nombreuses études concernant sa validité et sa fiabilité ont été publiées.<sup>1-12</sup>

## Des smartphones de plus en plus présents

L'utilisation des smartphones est en plein essor ces dernières années. En Suisse, en 2013, 3,6 millions de personnes en possèdent un selon les estimations faites cette année par comparis.ch, soit 58% des participants à l'enquête.<sup>13</sup> En 2007, ce chiffre ne s'élevait qu'à 3%.<sup>14</sup> Il existe des milliers de logiciels, appelés applications, téléchargeables sur les réseaux internet pour les smartphones. Parmi les applications disponibles, 20000 applications médicales sont disponibles sur iPhone et 8000 sur Android.<sup>15</sup> Parmi toutes ces applications, un certain nombre sont utilisées quotidiennement en pratique clinique par les professionnels de la santé.<sup>16</sup> C'est pourquoi, il apparaît indispensable d'effectuer des études afin de déterminer quelles sont celles qui sont assez fiables pour pouvoir être utilisées dans le domaine médical.

## Les goniomètres du futur?

Des applications smartphone pouvant servir de goniomètre ont été développées et, à notre connaissance, jusqu'à présent, très peu d'études ont été conduites sur ce sujet.<sup>17,18</sup> Les résultats publiés confirment la validité et la fiabilité des applications goniomètres dans un contexte expérimental. Cependant, à ce jour, aucune étude n'a été publiée au sujet de leur fiabilité en pratique clinique. C'est pourquoi, nous avons entrepris une étude dans un contexte clinique dans le but de déterminer si une application iOS (*iPhone Operating System*) goniomètre est aussi fiable que le goniomètre standard universel pour mesurer l'amplitude articulaire du genou.

## MÉTHODES

### Application en pratique clinique

Cette étude a consisté à mesurer les amplitudes actives et passives de flexion-

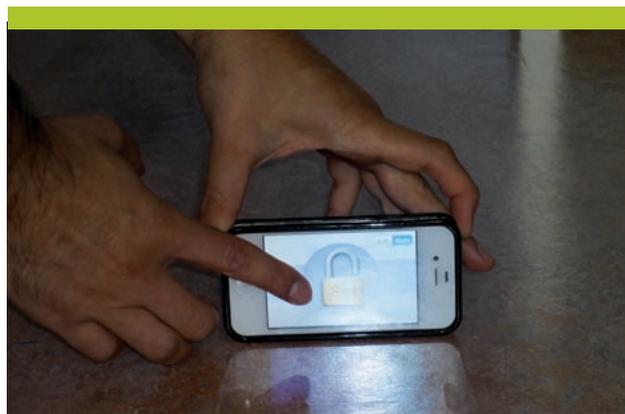


**Figure 1.** Principe de mesure de l'amplitude articulaire du genou avec le goniomètre universel selon la technique de Norkin et White<sup>20</sup>

extension du genou à l'aide de deux différentes méthodes, le goniomètre universel et une application iOS pour iPhone. Trois praticiens – un chirurgien spécialiste en chirurgie orthopédique, un physiothérapeute et un médecin assistant – ont effectué les mesures dans deux groupes; le premier était constitué de patients en phase postopératoire aiguë de prothèse de genou (PO) et le deuxième de sujets sains. Dans un premier temps, une étude pilote a été effectuée avec cinq volontaires sains afin de déterminer statistiquement la taille d'échantillon nécessaire (n=20). Vingt patients PO et vingt sujets sains ont donc été inclus dans l'étude. Pour celle-ci, les trois investigateurs ont, dans un premier temps, testé plusieurs applications iOS et ont finalement choisi l'application *Knee Goniometer*<sup>19</sup> en raison de sa facilité d'utilisation. Il a été décidé de prendre des patients en phase postopératoire aiguë en raison de la grande variabilité d'amplitudes articulaires durant cette phase. La prise de mesures s'est faite de manière standardisée. Le patient/sujet sain était positionné en décubitus dorsal et chaque mesure a été effectuée à trois reprises par chaque investigateur en l'absence des deux autres. Les mesures avec le goniomètre standard ont été effectuées selon la technique décrite par Norkin et White,<sup>20</sup> en centrant le goniomètre sur le condyle latéral du genou et en alignant un bras du goniomètre le long de l'axe du fémur en direction du grand trochanter et l'autre le long de la jambe en direction de la malléole ex-

terne (figure 1). Pour utiliser l'application *Knee Goniometer*, le côté où se trouve l'investigateur par rapport au patient a d'abord été précisé. Ensuite, le goniomètre a été mis à zéro par rapport à l'horizontale au sol. Et finalement, l'iPhone a été posé au niveau pré-tibial, 5 cm sous la tubérosité tibiale antérieure (figures 2 et 3). Une vidéo explicative est disponible sur le site internet du développeur de l'application.<sup>21</sup>

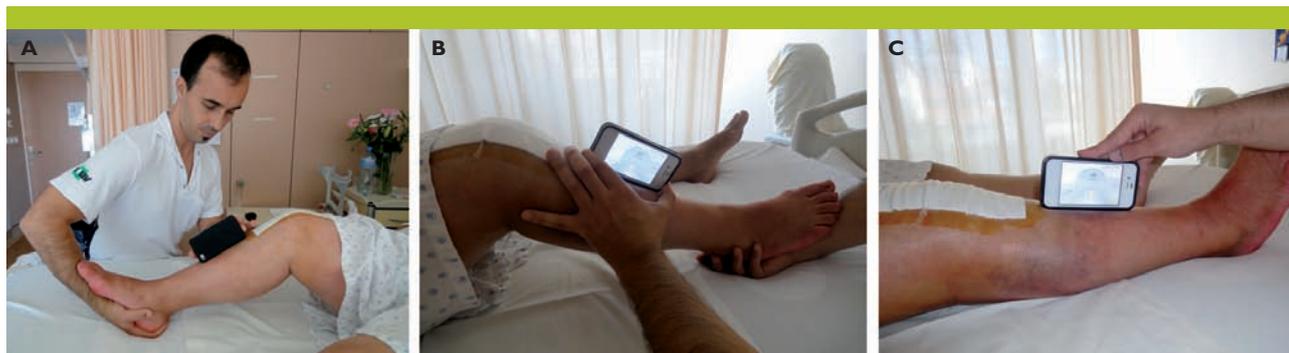
Pour toutes ces mesures et dans un souci d'hygiène stricte, les iPhone des investigateurs ont été protégés dans une coque intégrale qui était désinfectée entre chaque patient (figure 4).



**Figure 3.** Mise à zéro de l'application pour smartphone sur un plan horizontal (le sol par exemple)



**Figure 4.** Coque de protection intégrale pouvant être facilement désinfectée



**Figure 2.** Principe de mesure avec l'application pour smartphone

A. Exemple de la flexion avec un profil interne; B. Exemple de la flexion avec un profil externe; C. Exemple de l'extension.



**Tableau 1. ICC intra-observateurs pour les mesures de flexions-extensions actives et passives chez les patients en phase postopératoire aiguë de prothèse du genou et les sujets sains**

Moyenne ICC intra-observateurs			
Situation	Outil goniomètre universel	Outil iOS	Total
Postopératoire	0,96	0,98	0,97
Actif	0,96	0,98	0,97
Extension	0,95	0,98	0,96
Flexion	0,97	0,98	0,98
Passif	0,97	0,97	0,97
Extension	0,95	0,96	0,95
Flexion	0,98	0,99	0,98
Sain	0,74	0,85	0,80
Actif	0,72	0,85	0,78
Extension	0,79	0,94	0,86
Flexion	0,65	0,75	0,70
Passif	0,77	0,85	0,81
Extension	0,84	0,89	0,86
Flexion	0,70	0,82	0,76
Total	0,85	0,91	0,88

Une valeur de 0 à 0,2 signifie une mauvaise corrélation, de 0,3 à 0,4 une faible corrélation, de 0,5 à 0,6 une bonne corrélation, de 0,7 à 0,8 une forte corrélation et une valeur de plus de 0,8 une corrélation presque parfaite.

ICC: intraclass correlation coefficient.

## Statistiques

Pour évaluer la variabilité intra et interobservateur, les ICC (*intraclass correlation coefficient*) ont été calculés pour chacune des deux méthodes.

## RÉSULTATS

Les résultats sont résumés dans les **tableaux 1 à 3**. Pour les mesures intra-observateurs, on observe de bons résultats pour le goniomètre et l'application iOS (**tableau 1**). De meilleures valeurs pour l'application iOS sont constatées dans toutes les situations (patients-sujets sains/flexion-extension/actif-passif). Concernant les mesures interobservateurs, les résultats sont mauvais, que ce soit avec le goniomètre ou avec l'application iOS (**tableau 2**). L'analyse statistique des résultats des deux groupes a mis en évidence une variabilité importante chez les patients PO. Par conséquent, dans une phase ultérieure du travail, nous avons décidé de recruter six nouveaux participants PO. Afin de diminuer un facteur de biais et de variabilité important, la fatigabilité du patient, chaque investigateur n'a pris les mesures qu'une seule fois et a uniquement mesuré les flexions et extensions actives. Dans le cas de mesures effectuées rapidement pour diminuer la fatigue du patient, on obtient de meilleurs résultats interobservateurs par rapport aux trois mesures successives par opérateur, ceci pour les deux outils de mesure, et en particulier de meilleurs résultats pour l'application iOS par rapport au goniomètre standard (**tableau 3**). Les patients en phase postopératoire aiguë se fatiguent rapidement lors de la prise des mesures, ce qui explique probablement la

**Tableau 2. ICC interobservateurs pour les mesures de flexion-extension actives et passives chez les patients en phase postopératoire aiguë de prothèse du genou et les sujets sains**

ICC: intraclass correlation coefficient.

Moyenne ICC interobservateurs			
Situation	Outil goniomètre universel	Outil iOS	Total
Postopératoire	0,33	0,24	0,28
Actif	0,33	0,23	0,28
Extension	0,00	0,00	0,00
Flexion	0,65	0,45	0,55
Passif	0,32	0,25	0,29
Extension	0,00	0,08	0,04
Flexion	0,65	0,42	0,53
Sain	0,34	0,12	0,23
Actif	0,35	0,12	0,23
Extension	0,45	0,22	0,33
Flexion	0,24	0,02	0,13
Passif	0,33	0,13	0,23
Extension	0,40	0,25	0,33
Flexion	0,26	0,00	0,13
Total	0,33	0,18	0,26

**Tableau 3. ICC interobservateurs pour les mesures de flexion-extension actives chez six patients en phase postopératoire aiguë de prothèse du genou**

Moyenne ICC interobservateurs		
Situation postopératoire	Outil goniomètre universel	Outil iOS
Extension active	0,041	0,535
Flexion active	0,853	0,916

Chaque investigateur n'a effectué les mesures qu'à une seule reprise afin de diminuer un facteur de biais important, la fatigabilité du patient.  
ICC: intraclass correlation coefficient.

grande variabilité entre les mesures des investigateurs quand chacun d'entre eux effectue chaque mesure à trois reprises.

## CONCLUSION

Cette étude montre que l'application *Knee Goniometer* pour smartphone peut être utilisée en pratique clinique au même titre que le goniomètre standard universel pour mesurer l'amplitude articulaire du genou. Les résultats sont même légèrement meilleurs, que ce soit en intra ou en interobservateur. De plus, l'application s'est révélée très facile et pratique à utiliser avec une impression de gain de temps. Finalement, l'hygiène peut être assurée facilement avec une coque intégrale en plastique (CHF 18.-), qui peut être désinfectée entre chaque patient. ■

## Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier le Service de physiothérapie, en particulier M. Jean Lambert, et le Team prothétique du genou du Département de l'appareil locomoteur du CHUV pour la mise à disposition des ressources nécessaires à la réalisation de ce travail, ainsi que M<sup>me</sup> A. Paloni pour son aide administrative.



Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêts en relation avec cet article.

## Adresse

**Dr Sylvia Rwakabayiza**  
**Luis Carlos Pereira, physiothérapeute**  
**Estelle Lécureux, Dr ès sc.**  
**Pr Brigitte Jolles-Haeberli**  
Service de chirurgie orthopédique et de traumatologie  
Département de l'appareil locomoteur  
CHUV et Université de Lausanne  
1011 Lausanne  
sylvia.rwakabayiza@chuv.ch  
luis-carlos.pereira@chuv.ch  
brigitte.jolles-haeberli@chuv.ch

## Implications pratiques

L'utilisation du smartphone procure plusieurs avantages:

- > Fiabilité de l'application iOS en comparaison avec le goniomètre standard, que ce soit au niveau intra ou interobservateurs
- > Mesure facile et rapide
- > Hygiène facile
- > L'avenir montrera probablement des résultats similaires pour les mesures de mobilité d'autres articulations
- > Les logiciels permettront prochainement de stocker les valeurs directement dans les dossiers électroniques des patients

## Bibliographie

- 1 \* Piriyaarasath P, Morris ME. Psychometric properties of measurement tools for quantifying knee joint position and movement: A systematic review. *Knee* 2007;14:2-8. Review.
- 2 \* Gajdosik RL, Bohannon RW. Clinical measurement of range of motion. Review of goniometry emphasizing reliability and validity. *Phys Ther* 1987;67:1867-72. Review.
- 3 Edwards JZ, et al. Measuring flexion in knee arthroplasty patients. *J Arthroplasty* 2004;19:369-72.
- 4 Jakobsen TL, Christensen M, Christensen SS, Olsen M, Bandholm T. Reliability of knee joint range of motion and circumference measurements after total knee arthroplasty: Does tester experience matter? *Physiother Res Int* 2010;15:126-34.
- 5 Lenssen AF, et al. Reproducibility of goniometric measurement of the knee in the in-hospital phase following total knee arthroplasty. *BMC Musculoskelet Disord* 2007;8:83.
- 6 Brosseau L, et al. Intratester and intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and universal goniometers for active knee flexion in healthy subjects. *Physiother Res Int* 1997;2:150-66.
- 7 Brosseau L, et al. Intra- and intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and universal goniometers for measuring maximum active knee flexion and extension of patients with knee restrictions. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:396-402.
- 8 Gogia PP, Braatz JH, Rose SJ, Norton BJ. Reliability and validity of goniometric measurements at the knee. *Phys Ther* 1987;67:192-5.
- 9 Rothstein JM, Miller PJ, Roettger RF. Goniometric reliability in a clinical setting. Elbow and knee measurements. *Phys Ther* 1983;63:1611-5.
- 10 Watkins MA, Riddle DL, Lamb RL, Personius WJ. Reliability of goniometric measurements and visual estimates of knee range of motion obtained in a clinical setting. *Phys Ther* 1991;71:90-6; discussion 96-7.
- 11 Boone DC, et al. Reliability of goniometric measurements. *Phys Ther* 1978;58:1355-60.
- 12 Bovens AM, van Baak MA, Vrencken JG, Wijnen JA, Verstappen FT. Variability and reliability of joint measurements. *Am J Sports Med* 1990;18:58-63.
- 13 Comparis.ch. Tablettes: deux fois plus d'utilisateurs qu'en 2012. Disponible sur la page: <http://fr.comparis.ch/comparis/press/medienmitteilungen/artikel/2013/telekommunikation/smartphone-verbretung/tablet-verbretung.aspx>, accédé le 1.9.2013.
- 14 Comparis.ch. 2,9 millions de Suisses ont un Smartphone. Disponible sur la page: [http://fr.comparis.ch/~media/files/mediencorner/konsumentenstimme/ausgabe%202012\\_02/affluence-smartphones.pdf](http://fr.comparis.ch/~media/files/mediencorner/konsumentenstimme/ausgabe%202012_02/affluence-smartphones.pdf), accédé le 1.9.2013.
- 15 Aungst T. Apple app store still leads Android in total number of medical apps. 2013. Available from: [www.imedicalapps.com/2013/07/apple-android-medical-app/](http://www.imedicalapps.com/2013/07/apple-android-medical-app/), accédé le 1.9.2013.
- 16 Ordre National des médecins, France. 2<sup>e</sup> baromètre sur les médecins utilisateurs de smartphones en France. Mai 2013. Disponible sur la page: [www.conseil-national.medecin.fr/article/2eme-barometre-sur-les-medecins-utilisateurs-de-smartphone-en-france-1324](http://www.conseil-national.medecin.fr/article/2eme-barometre-sur-les-medecins-utilisateurs-de-smartphone-en-france-1324), accédé le 1.9.2013.
- 17 Ferriero G, et al. Reliability of a smartphone-based goniometer for knee joint goniometry. *Int J Rehabil Res* 2013;36:146-51.
- 18 \* Ockendon M, Gilbert RE. Validation of a novel smartphone accelerometer based knee goniometer. *J Knee Surg* 2012;25:341-5.
- 19 Knee Goniometer by ockendon.net. <https://itunes.apple.com/us/app/knee-goniometer/id307763026?mt=8>, accédé le 1.9.2013.
- 20 Norikin CC, White DJ. Measurement of joint motion; a guide to goniometry. Philadelphia: FA Davis, 1995.
- 21 \*\* Ockendon. Knee Goniometer animation. Available from: [www.ockendon.net/KneeGoniAnimation.mov](http://www.ockendon.net/KneeGoniAnimation.mov), accédé le 1.9.2013.

\* à lire

\*\* à lire absolument