

Influence du muscle long palmaire sur la force de flexion du poignet



Influence of the palmaris longus muscle on wrist flexion strength

Simon Villars^a
Jean-Luc Voisin^{b,c}
Bernard Petitdant^d

^a75, rue Charlemagne, 54250 Champigneulle, France

^bUMR 7268 ADES, faculté de médecine de Marseille, Aix-Marseille université/EFS/CNRS, 51, boulevard Pierre-Dramard, 13344 Marseille cedex 15, France

^cUMR 7194 et USM 103, département de préhistoire, muséum national d'histoire naturelle, institut de paléontologie humaine, 1, rue René-Panhard, 75013 Paris, France

^dCadre de santé, institut Lorrain de formation en masso-kinésithérapie, 57, bis rue de Nabécor, 54000 Nancy, France

Reçu le 17 octobre 2015 ; accepté le 12 janvier 2016

RÉSUMÉ

Introduction. – Le muscle long palmaire, également appelé palmaris longus (PL) dans la nomenclature internationale, est décrit comme un fléchisseur accessoire et inconstant du poignet. Sa variabilité est très élevée selon les espèces et au sein des différentes populations humaines. Lorsqu'il est présent son tendon peut servir de greffon. Les patients se demandent alors si la fonction de leur poignet ne va pas se trouver altérée par ce prélèvement chirurgical. Ils s'inquiètent également de l'absence congénitale de leur PL si le chirurgien ne peut en disposer. Le but de cette étude est donc de comprendre le rôle du PL dans la flexion de poignet et de savoir si un sujet possédant un PL présente une force de flexion de poignet différente d'un sujet qui n'en a pas et donc de pouvoir rassurer éventuellement nos patients.

Matériel et méthode. – Nous avons tout d'abord recruté par appel une population sans restriction d'âge, de latéralité ou d'activité pour connaître le pourcentage d'absence du PL dans un échantillon de population. Dans cette population et en dehors de celle-ci nous avons ensuite recruté exclusivement des sujets droitiers porteurs et non porteurs de PL entre 18 et 30 ans. Avec ce groupe homogène nous étudions la force de flexion du poignet.

Résultats. – La première population est composée de 167 personnes. Le pourcentage d'absence du PL est de 24,56 %. Son absence est significativement plus élevée chez les hommes. Le caractère unilatéral ou bilatéral de l'absence n'est pas conditionné par le sexe. Le côté dominant ne semble pas déterminer un côté préférentiel de présence ou d'absence du PL. Notre seconde population comprend 96 personnes droitiers. Elle est composée de 28 hommes avec PL à droite et 12 sans, et de 42 femmes avec PL à droite et 14 sans. Pour connaître le rôle du PL dans la fonction du poignet, la force de flexion de poignet est testée au dynamomètre électronique. Nous ne retrouvons aucune différence significative de force de flexion entre les personnes avec et sans PL.

Discussion. – La recherche du PL est faite par le plus ancien test, reconnu comme fiable, en cas de doute il est confirmé ou infirmé par quatre autres tests. Notre pourcentage d'absence du PL est en accord avec la littérature pour une population européenne. La consommation de tabac, d'alcool et de myorelaxants ayant une influence sur la force musculaire nous avons tenu compte de ces 3 éléments. La position de mesures est standardisée et reproductible. Compte tenu de leur moindre fréquence nous avons exclu les gauchers ; même si elle est homogène, notre population est jeune et avec une bonne intégrité musculaire. Nos résultats ne peuvent donc pas être étendus à l'ensemble de la population.

MOTS CLÉS

Flexion de poignet
Force
Long palmaire
Palmaris longus

KEYWORDS

Wrist flexion
Strength
Palmaris longus

Auteur correspondant :

S. Villars,
75, rue Charlemagne, 54250
Champigneulle, France.
Adresse e-mail :
simon.villars@gmail.com

Conclusion. – Cette étude montre donc qu'un patient qui va bénéficier d'une intervention chirurgicale utilisant le PL comme banque de tendon ne perdra pas de force de flexion de poignet. La récupération de la force musculaire au niveau d'un poignet pourra être envisagée de la même manière chez un patient avec ou sans PL.

Niveau de preuve. – 5.

© 2016 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

SUMMARY

Introduction. – *The palmaris longus muscle (PL) is described as a variable accessory wrist flexor. Variation is very great between species and within different human populations. When present, the PL tendon can be used as a graft. Patients then wonder whether wrist function will not be impaired by surgical harvesting. They also worry about the congenital absence of PL if the surgeon finds that it is not available for harvesting. The purpose of the present study was to analyze the role of the PL in wrist flexion and whether subjects with PL have stronger wrist flexion than those without, so as to be able to reassure our patients.*

Materials and methods. – *An initial population was recruited without restriction of age, handedness or activity level, to determine percentage absence of PL. Within this population and elsewhere, exclusively right-handed subjects between 18 and 30 years of age, with and without PL, were then recruited. Wrist flexion strength was studied in this homogeneous group.*

Results. – *The first population group was composed of 167 subjects. Percentage absence of PL was 24.56 %, and significantly higher in males. Uni- versus bi-laterality of absence was independent of gender. Presence or absence of PL was independent of handedness. The second population comprised 96 right-handed subjects: 28 males with right PL and 12 without, and 42 females with right PL and 14 without. To determine the role of PL in wrist flexion, strength was tested on an electronic dynamometer. There was no significant difference in flexion strength between subjects with and without PL.*

Discussion. – *PL presence is screened for using the oldest test, known to be reliable, with four other tests in case of doubt. The present percentage PL absence was consistent with the literature for a European population. Smoking and use of alcohol and muscle relaxants, which affect strength, were taken into account. Measurement position was standardized and reproducible. Given their lower frequency, left-handed subjects were excluded. Although homogeneous, the study population was young, with good muscle integrity. The results therefore cannot be extrapolated to the general population.*

Conclusion. – *This study showed that a patient undergoing surgery harvesting the PL tendon does not lose wrist flexion strength. Wrist muscle strength recovers in the same way in patients with or without PL.*

Level of evidence. – 5.

© 2016 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

INTRODUCTION

Le muscle long palmaire, communément appelé palmaris longus (PL) dans la nomenclature internationale [1], est un muscle superficiel de la loge antérieure de l'avant-bras décrit comme un fléchisseur accessoire, parfois négligeable [2], du poignet sur l'avant-bras [3]. Le PL a la particularité d'être inconstant en forme [4] et en nombre. C'est l'un des muscles les plus variables de l'espèce humaine [5]. Le taux d'absence globale est de 20,25 % dans la population mondiale, mais il est extrêmement variable suivant l'ethnie considérée [6], de 63,9 % chez les Turcs [7] à 1,5 % dans la population est-africaine [8]. Cette variabilité est dite évolutive, c'est-à-dire qu'elle découle de l'adaptation du muscle à de nouvelles fonctions [9]. Les données statistiques concernant sa répartition sont contradictoires, toutefois il apparaît qu'il n'existe pas de relation entre l'absence de PL et le sexe ou l'âge, que les absences unilatérale et bilatérale ne présentent pas de différence significative. Cependant, l'absence à gauche est plus fréquente qu'à droite [6]. Certains auteurs le décrivent comme étant plus absent du côté non dominant [10], d'autres ne retrouvent pas de différence suivant la latéralité [11–13].

Le PL est fréquemment utilisé en chirurgie reconstructrice et ophtalmologique [14] comme banque tendineuse car il possède un long tendon qui autorise une bonne revascularisation et est considéré comme un muscle dont la fonction est accessoire [2,15].

Des études ont déjà montré que le PL participe également à l'abduction du pouce par l'expansion de son tendon distal sur la partie superficielle du court abducteur du pouce [16,17]. En revanche, son absence n'influe pas sur la force de préhension [15].

Les patients se demandent parfois si la fonction de leur poignet peut se trouver altérée par le prélèvement chirurgical ou l'absence congénitale de leur PL. Le but de cette étude est donc de comprendre le rôle du PL dans la flexion de poignet et de savoir si un sujet possédant le PL présente une force de flexion plus importante qu'un sujet qui n'en a pas, de manière à vérifier si le rôle de ce muscle est réellement négligeable dans la fonction du poignet.

Anatomie

Le PL a été décrit pour la première fois par Colombo en 1559 [18]. C'est un muscle superficiel qui prend son origine sur l'épicondyle médial de l'humérus au niveau du tendon commun des épicondyliens médiaux, sur le septum intermusculaire le séparant des muscles adjacents et le fascia antibrachial [19,20]. Il chemine vers le bas et légèrement en dehors, entre le fléchisseur ulnaire du carpe en dedans, le fléchisseur radial du carpe en dehors et le fléchisseur superficiel des doigts en arrière [3]. Il présente un corps charnu fusiforme court qui se prolonge par un long tendon aplati d'avant en arrière [21]. Il se termine en bouquet au poignet, à la face antérieure de la

Tableau I. Présence du PL chez les primates hominidés selon différents auteurs, d'après Diogo et al. [25].

Primate	Auteur	Année	Présence du PL (%)
Gorille (<i>Gorilla</i> sp.)	Keith [27]	1899	64
	Loth	1931	15
	Sarmiento [28]	1994	36
	Gibbs	1999	31
Chimpanzé (<i>Pan</i> sp.)	Keith [27]	1899	75
	Loth	1931	95
	Sarmiento [28]	1994	91
	Gibbs	1999	68
Orang-outan (<i>Pongo pygmaeus</i>)	Aversi-Ferreira et al. [29]	2014	100
Gibbon (<i>Hylobates</i> sp.)	Aversi-Ferreira et al. [29]	2014	100

partie moyenne du rétinaculum des fléchisseurs, et se confond avec l'aponévrose palmaire [3,19,21]. Il envoie parfois une expansion aux muscles thénariens [19]. Testut lui décrit un tendon terminal bifide : le faisceau médial, plus volumineux, se confond avec l'aponévrose palmaire, et le faisceau latéral s'attache aux muscles thénariens, principalement sur les fibres superficielles du court abducteur du pouce [20]. Kapandji lui décrit une terminaison sur le rétinaculum des fléchisseurs ainsi qu'à la face profonde du derme de la paume de la main par quatre bandelettes pré-tendineuses [22]. Ses insertions supérieure et inférieure sont sujettes à des variations anatomiques importantes : le PL peut parfois s'insérer sur les os, muscles, et ligaments adjacents [4].

Le PL est innervé par un rameau du nerf médian qui le longe en dedans et en arrière [20], de racines C6-C7-C8 [3] ou C7-C8 seulement [19].

Le PL fléchit la main sur l'avant-bras et tend l'aponévrose palmaire [3,19–21,23]. Certains lui décrivent une participation

à l'abduction du pouce par son expansion terminale latérale [16,17].

Phylogénèse

Chez les vertébrés, le PL n'est présent que chez les mammifères, mais n'est pas toujours individualisé par rapport à la masse des épicondyliens médiaux [4]. Le PL est considéré comme un muscle dont l'évolution est régressive, probablement à cause du développement de la préhension et de la diversification de la fonction de la main au fil de l'évolution [24]. Au sein des primates, le PL est constant chez tous les non-hominidés [25,26] (Tableau I et Fig. 1).

Les cercopithécidés pratiquent la quadrupédie plantigrade mais grimpent très fréquemment aux arbres et parfois aux rochers grâce à leurs quatre membres, le membre supérieur est alors en majorité en chaîne fermée. Les hylobatidés, quant à eux, adoptent fréquemment un mode de déplacement

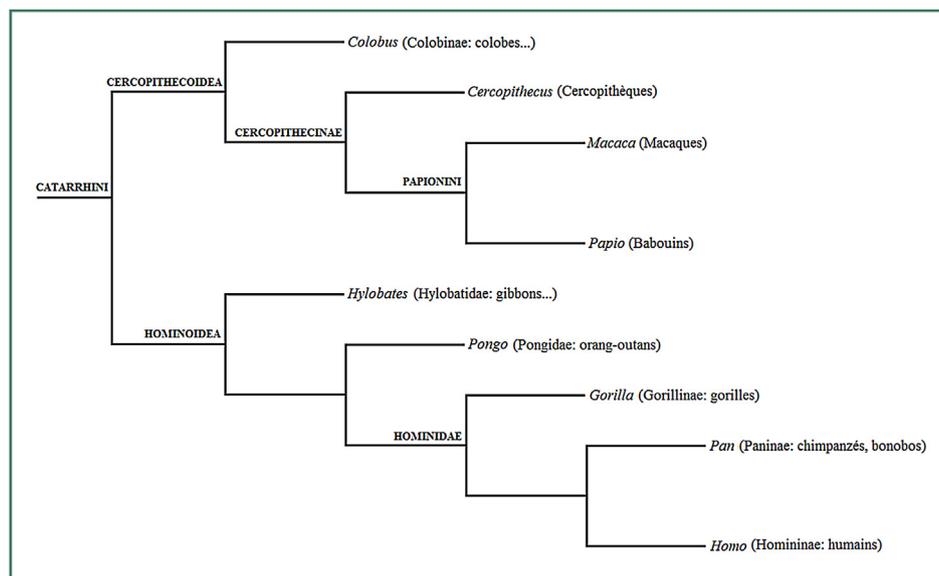


Figure 1. Cladogramme représentant la classification phylogénétique des primates.



Figure 2. Gibbon en phase pendulaire de brachiation : la main droite, qui a lâché le support, est envoyée en avant afin de saisir un nouveau support, permettant à l'individu de se déplacer (Photo S. Villars).



Figure 4. Gorille des plaines de l'Ouest (*Gorilla gorilla gorilla*) pratiquant le *knuckle-walking* <http://www.grands-singes.com/images/singes/gorille.jpg>.



Figure 3. Position de la main d'un gorille lors du déplacement en *knuckle-walking*. a : schéma de la position de la main lors du *knuckle-walking* ; b : mains de gorille en position de *knuckle-walking* (Photo S. Villars).

presque exclusivement arboricole qui leur est propre : la brachiation. Il s'agit d'un balancement de branche en branche à l'aide de leurs longs membres supérieurs en chaîne fermée (Fig. 2).

Les ponginés vivent également presque exclusivement dans les arbres, mais ils se déplacent au sol à l'aide d'une quadrupédie particulière : le *fist-walking*, ou marche sur le poing, et grimpent aux arbres à l'aide de leurs quatre membres.

Le gorille se déplace essentiellement au sol à l'aide d'une quadrupédie particulière : le *knuckle-walking*, et grimpe très rarement aux arbres. Le *knuckle-walking*, ou marche sur les phalanges, est un déplacement en appui sur la face dorsale de la deuxième phalange des doigts, les articulations

métacarpo-phalangiennes étant en extension et le poignet en rectitude (Fig. 3), tandis que le pied est plantigrade. Le tronc étant nettement redressé, le membre supérieur se retrouve déchargé d'une majeure partie du poids du corps et peut être considéré comme n'étant qu'en chaîne semi-fermée (Fig. 4).

Le chimpanzé utilise ce même mode de déplacement, mais de manière moins fréquente, puisqu'il grimpe beaucoup plus souvent aux arbres que le gorille, et pratique occasionnellement la brachiation [30].

Si l'on corrèle les différents modes de déplacement aux fréquences du PL, tous les singes pratiquant un mode de locomotion majoritairement en chaîne fermée (cercopithécidés, hylobatidés et ponginés) ont un PL constant. Il est avéré que le PL possède un rôle prédominant mais mal connu dans la quadrupédie [31]. En revanche, il semble que le *knuckle-walking* pratiqué seul, comme chez le gorille, décharge le membre supérieur et tend à faire régresser le muscle, ce qui expliquerait que le chimpanzé présente plus fréquemment le PL, puisqu'il pratique le *knuckle-walking* associé à d'autres modes de déplacement en chaîne fermée. Nous pourrions donc supposer que le PL est un muscle dont le développement est stimulé par les activités en chaîne fermée [32]. En effet, Aversi-Ferreira et al. [29] montrent que le PL est dépendant de la locomotion en nombre mais également en forme : plus l'espèce est arboricole, plus le corps musculaire est développé par rapport au tendon. Chez l'homme, la fréquence du PL est très variable selon l'ethnie considérée (Tableau II), ce qui, dans l'hypothèse précédente, pourrait s'expliquer par les activités diverses du membre supérieur des populations étudiées [5]. De plus, l'homme, le chimpanzé et le gorille sont les seules espèces de primates qui utilisent des outils [30] (Tableau III). Il a également été montré que le PL est significativement plus présent chez les athlètes pratiquant un sport qui requiert une main dominante, des prises cylindriques à deux mains ou des suspensions [32]. Cela pourrait laisser supposer que la manipulation d'outils et les prises en force par la main favorisent le développement du PL, malgré une bipédie plus importante que chez les autres primates. Ces facteurs combinés au phénomène de dérive génétique permettraient d'expliquer les fortes variations du muscle dans les populations humaines.

Tableau II. Taux d'absence du PL en fonction des populations humaines, d'après la méta-analyse de Yammine [6].

Population	Nombre d'études	Nombre de sujets	Absence du PL (%)
Est et sud-est-africains	2	1690	2,71
Sud-américains	1	379	3,7
Est-asiatiques	3	748	4,5
Africains	7	3907	11,3
Sud- et sud-est-asiatiques	5	3127	19,79
Caucasiens	5	2257	26,3
Turcs	4	9950	34,13
Arabes, Moyen Orient	3	2449	41,7

Tableau III. Fréquence du PL chez les différents primates en fonction de l'utilisation de leur membre supérieur.

	Quadrupédie	<i>Fist-walking</i>	Grimper	Brachiation	<i>Knuckle-walking</i>	Bipédie	Outils	PL (%)
Cercopithécidés	+++		++					100
Hylobatidés			++	+++				100
Pongidés	++	+++	++					100
Gorilles			+		+++		+	15–64
Chimpanzés			++		++		+	68–91
Homme						+++	+++	36,1–98,5

Biomécanique [33]

Articulation radio-carpienne

L'articulation radio-carpienne est une articulation de type ellipsoïde à deux degrés de liberté : la flexion-extension et l'abduction-adduction.

La glène radiale est la surface articulaire inférieure du radius. Elle est concave en tous sens. Son rayon de courbure est de 75° dans le plan frontal et 70° dans le plan sagittal. Le radius est plus long en arrière et latéralement, la glène se situe ainsi dans un plan oblique vers le bas, l'avant et médialement. Elle est encroûtée de cartilage et séparée par une crête mousse sagittale qui délimite en dehors la surface articulaire avec le scaphoïde, et en dedans la surface articulaire pour le lunatum. Le disque articulaire est un fibrocartilage triangulaire à base latérale, tendu entre la styloïde ulnaire et la berge latérale de la glène du radius. Il est concave dans les deux sens et répond au triquetrum et à la partie latérale du lunatum.

Le scaphoïde, le lunatum et le triquetrum sont les os de la première rangée du carpe qui forment le condyle carpien et s'articulent avec la glène radiale et le ligament triangulaire. Leurs surfaces articulaires supérieures sont convexes en tous sens. Le rayon de courbure du condyle carpien est de 110° dans le plan frontal et 115° dans le plan sagittal. Il regarde en haut et légèrement en arrière et en dehors, de façon à répondre à la glène radiale.

Articulation médio-carpienne

L'articulation médio-carpienne possède un interligne à emboîtement réciproque, tourmenté, en forme de « S », convexe en bas à sa partie latérale, concave en bas à sa partie moyenne et

oblique vers le bas et le dedans à sa partie médiale. Certains auteurs la qualifient la surface latérale de surface plane. La partie médiale est parfois qualifiée de sphéroïde, trochléarthrose ou condylarthrose. Cela montre que c'est une articulation complexe qu'il est difficile de ramener à un type connu. Le scaphoïde est l'os le plus médial de la première rangée. Il est oblique en bas, en dehors et en avant, et qui descend assez bas vers la deuxième rangée. Il répond, en bas au trapèze et au trapézoïde, et latéralement au capitatum. Le lunatum se situe dans l'axe du troisième rayon de la main et répond en bas au capitatum. Le triquetrum supporte le pisiforme et s'articule en bas et en dedans avec l'hamatum. Le trapèze forme la base de la colonne du pouce dans le prolongement du scaphoïde. Il est accolé latéralement au trapézoïde, et leur interligne avec le scaphoïde est oblique vers le bas et l'arrière. Le capitatum est l'os central de la deuxième rangée du carpe, son interligne avec le scaphoïde et le lunatum forme la concavité en bas de la partie moyenne de l'interligne médio-carpien. L'hamatum est l'os le plus médial, sa surface articulaire supérieure et médiale est orientée en bas, en dedans et en avant et s'articule avec le triquetrum.

Mouvement de flexion

La flexion se déroule en théorie dans le plan sagittal, mais il existe une composante d'inclinaison ulnaire due à l'ouverture de la glène radiale vers le bas et le dedans. L'axe simplifié de flexion du poignet est la ligne bistyloïdienne. En fait, il s'agit de centres instantanés de rotation, puisqu'il faut tenir compte de la composante d'inclinaison ulnaire du mouvement et que la flexion se déroule dans les articulations radio-carpienne et

médio-carpienne. L'axe de flexion de cette dernière passe par l'interligne semi-lunaire du capitatum.

Lors de la flexion, le condyle carpien, convexe, glisse vers l'arrière sur la glène radiale concave, et le roulement se déroule vers l'avant. L'amplitude de flexion de poignet se porte à environ 85°, dont 50° se déroule dans la radio-carpienne et 35° dans la médio-carpienne [22]. Certains auteurs donnent 75° de flexion totale, dont 50° dans la radio-carpienne et 25° dans la médio-carpienne.

Les facteurs limitant le mouvement de flexion sont d'abord la tension des muscles postérieurs de l'avant-bras par effet ténodèse, a fortiori si les doigts sont en flexion. En fin d'amplitude, le mouvement est limité par la tension des éléments capsulo-ligamentaires postérieurs, voire la butée du lunatum sur le radius.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Choix de la population

Nous avons tout d'abord recherché la présence ou l'absence du PL. Nous avons, pour cela, recruté par appel une population sans restriction d'âge, de latéralité ou d'activité. L'exclusion concernait que les sujets susceptibles d'avoir une altération acquise de leur PL. Ont donc été exclus, les sujets porteurs d'une anomalie congénitale du membre supérieur ou ayant bénéficié d'une intervention chirurgicale de l'avant-bras, du poignet ou de la main ou d'une reconstruction tendineuse utilisant le PL. Il en est de même pour les sujets affectés par une pathologie neurologique centrale ou périphérique intéressant le membre supérieur.

Dans la population précédente et en dehors d'elle nous avons recruté un nouveau groupe statistiquement plus homogène, pour l'étude de la force de flexion de poignet. Nous avons augmenté encore les critères d'exclusion. En plus des critères précédents nous avons exclus les sujets pouvant présenter une force accrue par la pratique de plus de cinq heures de sport par semaine et les sujets présentant des douleurs de poignet. Les gauchers étant moins nombreux dans la population générale nous avons conçu notre matériel de mesure pour le côté droit. De ce fait seuls des droitiers entre 18 et 30 ans ont été retenus. Pour s'assurer que les sujets rentrent dans les critères, un questionnaire leur est distribué au début de l'étude.

Population étudiée

Un total de 167 sujets ont été retenus pour l'étude de la répartition du PL, dont 71 hommes et 96 femmes.

Pour l'étude concernant la force de flexion de poignet, nous avons retenu 96 étudiants, dont 40 hommes et 56 femmes.

Matériel

La chaise

Nous utilisons une chaise dont le dossier est fixe, à 90° par rapport à l'assise (Fig. 5). Nous avons transformé l'accoudoir droit pour qu'il soit réglable en hauteur et que l'avant-bras repose dans une gouttière. Nous avons ajouté deux sangles à fermeture auto-agrippante qui permettent le maintien proximal et distal de l'avant-bras du sujet. Sur le pied droit de la chaise, à l'aplomb de la main du sujet, sont soudés 3 anneaux



Figure 5. Le siège et le sujet en position lors de la mesure de force de flexion de poignet.

superposés à différents niveaux qui permettent le réglage dans le plan sagittal du point fixe du dynamomètre.

Le dynamomètre

Le dynamomètre utilisé est le KINEDYNE® (numéro de série 4610006296). Il est fixé en bas à l'un des 3 anneaux par un crochet en « S ». À l'autre extrémité de ce esse est accrochée une chaîne métallique, sur laquelle peut être fixée une poignée à différentes hauteurs, toujours par un esse.

Conditions du test

Le test est réalisé dans une pièce fermée pour ne pas avoir d'éléments sonores parasitant les mesures, avec un éclairage artificiel et une température d'environ 25 °C.

Pour limiter les effets néfastes du tabac sur la contraction musculaire, mais aussi pour éviter l'effet de manque chez les fumeurs, nous recommandons aux sujets de ne pas fumer pendant l'heure précédant les mesures. Il est également demandé aux sujets volontaires de ne pas consommer d'alcool dans les dernières 24 heures. Enfin, les sujets ne doivent pas avoir consommé de myorelaxants dans les dernières 24 heures.

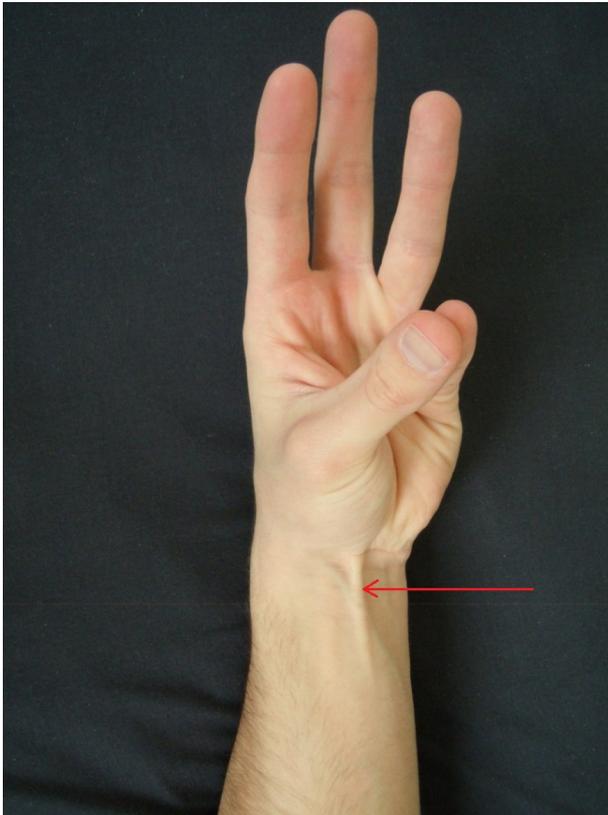


Figure 6. Test de Schaeffer.

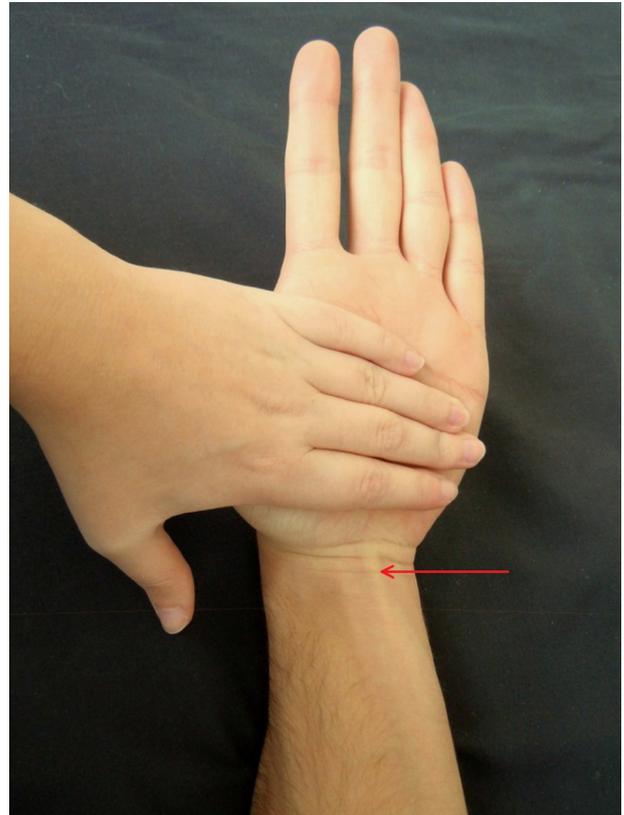


Figure 7. Flexion de poignet résistée.

Méthode

Palpation

Parmi tous les tests recensés [34], nous avons retenu le test de Schaeffer (Fig. 6). Ce test est le premier à avoir été décrit, en 1909, pour la mise en évidence du PL. Le sujet doit faire toucher les pulpes du pouce et du doigt V en légère flexion de poignet, de façon à mettre en tension l'aponévrose palmaire donc le PL, sous l'action conjuguée des muscles thénariens et hypothénariens [3,35].

Si ce test ne permet pas de voir ou de palper le PL, nous procédons à 4 tests supplémentaires :

- la flexion de poignet résistée, (Fig. 7) proposé par Bhattacharya, ce test consiste en une flexion de poignet résistée directement par l'examineur au niveau du talon de la main [36] ;
- le test de Mishra I, (Fig. 8) qui propose un test de mise en tension de l'aponévrose palmaire : le poignet et les doigts du sujet sont placés passivement en hyperextension par l'examineur. Le sujet doit alors amener le poignet en flexion. La tension de l'aponévrose palmaire par l'hyperextension passive, combinée à la flexion de poignet fait ressortir le PL s'il est présent [35] ;
- le test de Mishra II (Fig. 9). Mishra a proposé un second test, basé sur l'abduction du pouce. Il s'agit d'une abduction du pouce résistée, en légère flexion de poignet [35] ;
- le test de Pushpakumar (Fig. 10). Il s'agit d'un test mettant en jeu les 3 composantes sur lesquelles sont basés les tests.

Le patient doit étendre ses doigts II et III en pliant son pouce sur les doigts IV et V fléchis. Cette manœuvre est réalisée en flexion de poignet [37].

Si au moins l'un des 4 derniers tests est positif, le PL est considéré comme présent.

Installation du sujet

Si le sujet entre dans les critères décrits plus haut, nous procédons à la mesure de sa force de flexion de poignet. Le sujet est placé assis, hanches et genoux fléchis à 90°, pieds au sol et dos appuyé au dossier de la chaise. L'accoudoir est réglé par l'examineur de façon à ce que l'épaule soit en position neutre et le coude fléchi à 90° lorsque l'avant-bras droit repose en supination sur l'accoudoir. L'avant-bras est sanglé. Nous procédons au réglage du placement du dynamomètre de façon à ce que la chaîne soit verticale lorsque le sujet tient la poignée dans sa main fermée. Le poignet du sujet est en rectitude (Fig. 5).

Mesure de la force de flexion de poignet

Il est demandé au sujet d'effectuer une flexion de poignet isométrique maximale, par cette consigne : « Amenez le poignet vers vous au maximum, puis relâchez lorsque l'effort maximal est terminé ». L'examineur contrôle que le sujet ne compense pas par une flexion du coude ou une élévation de l'épaule notamment. L'examineur note la force maximale développée par le sujet, exprimée en kilogrammes. Le

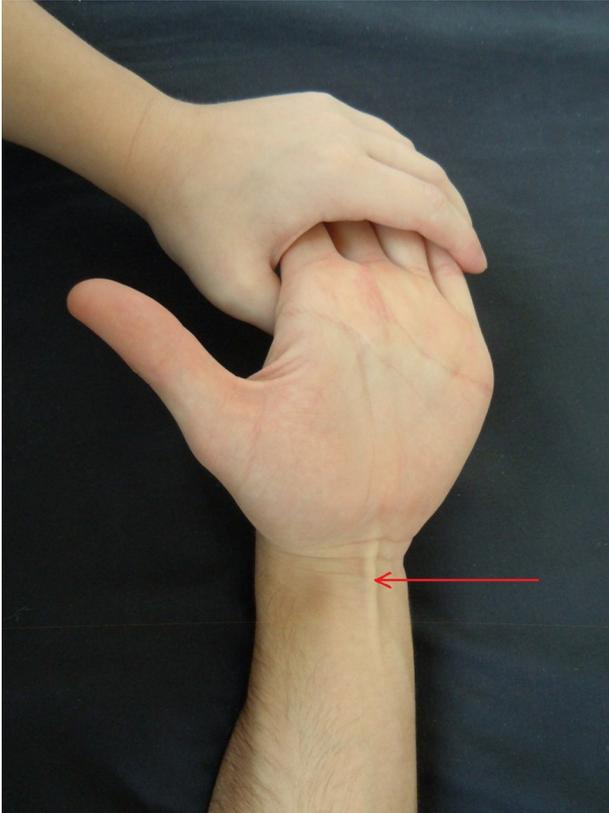


Figure 8. Test de Mishra I.

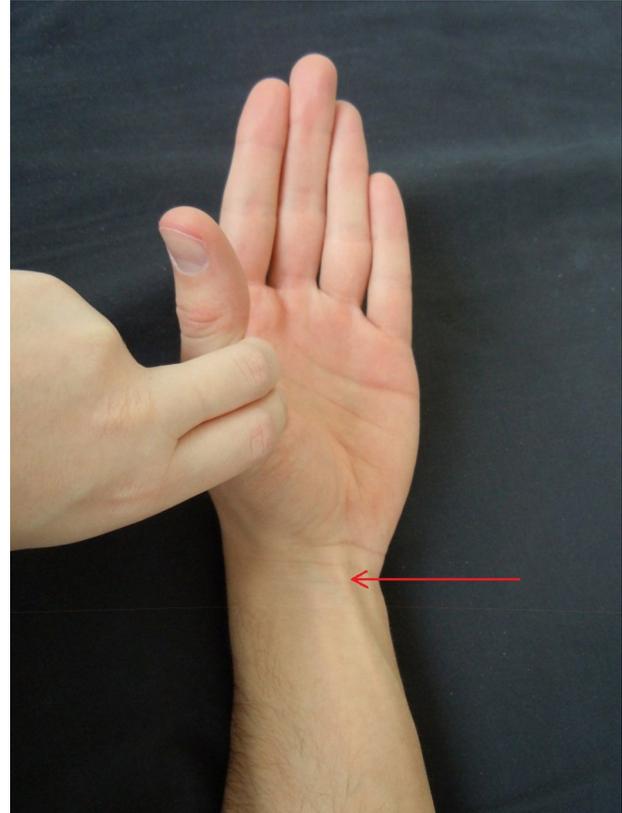


Figure 9. Test de Mishra II.

mouvement est réalisé 3 fois, avec un temps de repos de 30 secondes entre chaque mouvement.

RÉSULTATS

Répartition du PL dans l'échantillon de population

L'échantillon de population étudié se compose de 167 personnes, dont 71 hommes (42,51 %) et 96 femmes (57,49 %), dont l'âge est compris entre 7 et 91 ans. La moyenne d'âge est de 31,25 ans \pm 19,36 ans. Nous observons 10 absences de PL à droite (5,99 %) et 12 à gauche (7,19 %) et 19 absences bilatérales (11,38 %), ce qui correspond à un pourcentage d'absence totale de 24,56 % (Tableau IV). Sur 71 hommes, nous relevons 23 absences de PL (soient 32,39 %). Chez les

96 femmes, nous observons 18 absences de PL (soient 18,76 %). Cette différence est statistiquement significative ($\chi^2 = 4,1$ et $p = 0,04$), c'est-à-dire que, dans cet échantillon de population, la fréquence d'absence du PL est significativement plus élevée chez les hommes que chez les femmes.

Nous relevons 11 absences unilatérales (15,5 %) et 12 bilatérales (16,9 %) chez les hommes alors qu'il n'y a que 11 absences unilatérales chez les femmes (11,46 %) et 7 absences bilatérales (7,29 %), mais ces différences ne sont pas statistiquement significatives (respectivement $\chi^2 = 0,58$, $p = 0,45$ et $\chi^2 = 3,74$, $p = 0,05$). Le caractère unilatéral ou bilatéral de l'absence du PL n'est donc pas conditionné par le sexe.

Il existe 17 absences de PL à droite chez les hommes, contre 12 chez les femmes. L'absence de PL à droite est donc plus élevée chez les hommes mais cette différence n'est pas statistiquement significative ($\chi^2 = 3,72$, $p = 0,05$). À gauche, nous

Tableau IV. Fréquence de présence et d'absence du PL dans notre population.

	Hommes (%)	Femmes (%)	Total (%)
Présence bilatérale	48 (67,61)	78 (81,25)	126 (75,44)
Absence à droite	5 (7,04)	5 (5,21)	10 (5,99)
Absence à gauche	6 (8,45)	6 (6,25)	12 (7,19)
Absence bilatérale	12 (16,9)	7 (7,3)	19 (11,38)
Total	71 (100)	96 (100)	167 (100)

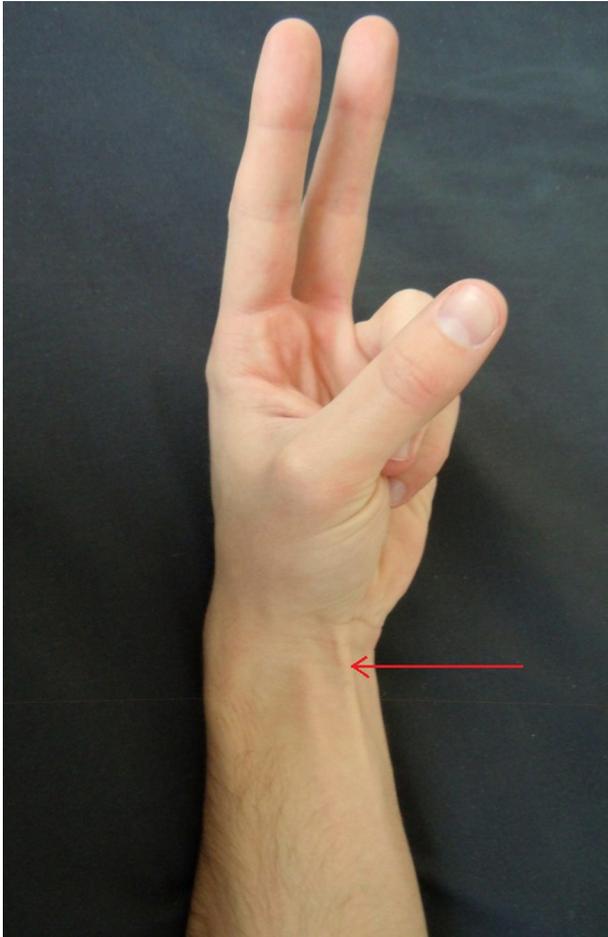


Figure 10. Test de Pushpakumar.

observons 18 absences chez les hommes et 13 chez les femmes. L'absence de PL à gauche est également plus élevée chez les hommes mais cette différence est non significative ($\chi^2 = 3,77$, $p = 0,05$).

Nous observons au total 29 absences de PL à droite contre 31 à gauche.

Cette différence n'est pas statistiquement significative ($\chi^2 = 0,08$, $p = 0,78$). L'absence du PL n'est pas préférentielle sur un côté.

L'échantillon de population comporte 167 personnes, dont 11 gauchers et 156 droitiers. Parmi les 11 gauchers, nous observons 4 absences de PL, contre 37 parmi les

156 droitiers. La latéralité ne semble pas avoir d'influence statistique sur l'absence du PL ($\chi^2 = 1,51$, $p = 0,47$), toutefois les effectifs sont insuffisants pour pouvoir conclure.

Résultats des tests de force

Les tests de force portent sur une population de 96 sujets droitiers, dont 40 hommes (41,67 %) et 56 femmes (58,33 %). L'âge est compris entre 18 et 27 ans. La moyenne d'âge est de 20,77 ans \pm 1,86 ans. Soixante-dix personnes ont un PL à droite, parmi lesquelles 28 hommes (40 %) et 42 femmes (60 %). Vingt-six personnes n'ont pas de PL à droite, dont 12 hommes (46,15 %) et 14 femmes (53,85 %).

La moyenne de la force de flexion de poignet des hommes avec un PL à droite est de 21,86 kg \pm 5,56 kg contre 22,55 kg \pm 6,21 kg chez les hommes sans PL à droite. Cette différence n'est pas significative ($p = 0,63$ selon le test t de Student). La force moyenne de flexion de poignet chez les femmes présentant un PL à droite est de 13,09 kg \pm 3,99 kg, contre 12,55 kg \pm 2,28 kg chez les femmes sans PL à droite. Cette différence n'est pas significative ($p = 0,73$ selon le test t de Student) (Tableau V).

DISCUSSION

Justification du protocole

Au niveau des sujets

La consommation de tabac entraîne une augmentation de la tension artérielle et du rythme cardiaque pendant 20 à 40 minutes [38]. Le monoxyde de carbone, qui empêche l'oxygénation des tissus par son affinité avec l'hémoglobine 230 fois supérieure à celle de l'oxygène [39], inhalé lors de la prise d'une cigarette possède une demi-vie d'environ 6 heures dans l'organisme [40]. Pour limiter les effets néfastes de ces paramètres sur la contraction musculaire, mais aussi pour éviter l'effet de manque chez les fumeurs, nous recommandons aux sujets de ne pas fumer pendant l'heure précédant les mesures. Il est avéré que l'alcool est un inhibiteur de l'excitabilité neuronale [41] et qu'il possède des effets délétères sur le muscle squelettique [42,43]. C'est pourquoi nous demandons aux sujets volontaires de ne pas consommer d'alcool dans les dernières 24 heures. Enfin, les sujets ne doivent pas avoir consommé de myorelaxants dans les dernières 24 heures, ceux-ci étant susceptibles de créer un déficit de force musculaire.

Palpation du PL

Pour attester de la présence du PL, nous utilisons d'abord le test de Schaeffer car c'est le test historique le plus connu, il est simple à mettre en œuvre et il est le plus fiable. [11,44] Si ce

Tableau V. Résultats des tests de force de flexion de poignet.

	PL présent à droite (kg)	PL absent à droite (kg)	p (Student)
Population totale ($n = 96$)	16,60 \pm 6,35 ($n = 70$)	17,16 \pm 6,75 ($n = 26$)	0,8
Hommes ($n = 40$)	21,86 \pm 5,56 ($n = 28$)	22,55 \pm 6,21 ($n = 12$)	0,63
Femmes ($n = 56$)	13,09 \pm 3,99 ($n = 42$)	12,55 \pm 2,28 ($n = 14$)	0,73

Tableau VI. Taux d'absence du PL d'une population caucasienne.

Auteur	Date	Nombre de sujets	Absence unilatérale (%)	Absence bilatérale (%)	Absence uni + bilatérale (%)
Thompson et al. [49]	1921	1201	9,41	14,99	24,4
Thompson et al. [14]	2001	300	16	9	25
Erić et al. [51]	2010	800	21,6	15,9	37,5
Erić et al. [10]	2011	542	17,34	25,09	42,43
Hashemiaghdam et al. [50]	2012	1247	17,2	7,1	24,3
Notre étude	2014	167	13,18	11,38	24,56

test ne permet pas de voir ou de palper le PL, nous procédons à 4 tests supplémentaires, qui ont été choisis pour tester chacune des 3 composantes du PL :

- la flexion de poignet résistée, considérée par certains comme la méthode la plus efficace et la plus simple [36,45]. Elle est considérée comme le deuxième test le plus fiable après le test de Schaeffer [44] ;
- le test de Mishra I, qui teste l'abduction du pouce seule. Certains le considèrent comme le test le plus fiable [46], mais cette fiabilité est controversée [44] ;
- le test de Mishra II, qui joue sur la composante d'étirement de l'aponévrose palmaire. Il est parfois décrit comme plus fiable que le test de Schaeffer [47] ;

- le test de Pushpakumar, qui teste les 3 composantes à la fois est un test fiable. Le troisième pour Kigera [44], même s'il représente un geste irrespectueux dans les pays anglo-saxons [45].

Installation des sujets lors des tests de force

La position de mesure de la force de flexion de poignet est une position standardisée et reproductible, décrite par Vanswearingen [48] et couramment utilisée en évaluation de la force musculaire. La décomposition de force du PL nous montre que sa force est supérieure si le poignet est en flexion (Fig. 11). De plus, l'ouverture de la glène radiale en avant confère une meilleure stabilité au poignet en position de flexion [33]. Toutefois, la force de serrage des doigts est meilleure à 30° d'extension de poignet [33], et surtout la tension excessive des muscles extenseurs générée par la préhension de la poignée risque de limiter la force du sujet en flexion par effet ténodèse. C'est pourquoi nous avons retenu un réglage en rectitude de poignet.

Analyse des résultats de l'étude

Répartition du PL dans l'échantillon de population

Nous retrouvons un taux d'absence totale du PL de 24,56 %. L'absence unilatérale est de 13,18 % et l'absence bilatérale est de 11,38 %. Cette répartition est en accord avec les données de la littérature dans la population caucasienne [6,14,49,50]. Seul Erić décrit un taux d'absence plus élevé [10,51] (Tableau VI).

Répartition du PL en fonction du sexe

Dans notre échantillon de population, la fréquence d'absence du PL est significativement plus élevée chez les hommes que chez les femmes. Cette donnée est contraire à certaines études qui notent une absence significativement plus élevée chez la femme [52] ou une absence de différence significative suivant le sexe [6,12,14,51,53] dans une population caucasienne ou mixte.

Nos résultats nous donnent une absence du PL bilatérale et unilatérale plus fréquente chez les hommes que chez les femmes, mais cette différence n'est pas significative. Ce résultat est conforme aux données de la littérature dans la population mondiale [6] et caucasienne [14,51], c'est-à-dire que le caractère unilatéral ou bilatéral de l'absence n'est pas conditionné par le sexe de l'individu.

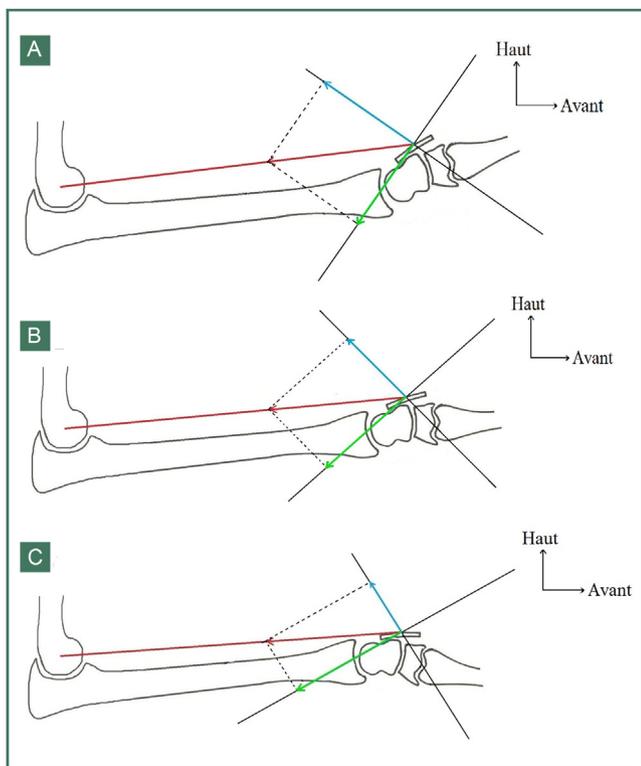


Figure 11. Coude à 90° de flexion, décompositions de force du PL dans le plan sagittal dans différentes positions de poignet, d'après Woestyn [54]. La force motrice de flexion du PL (flèche bleue) A : est importante en flexion de poignet, B : est moyenne en rectitude de poignet, C : est faible en extension de poignet.

Répartition du PL en fonction du côté

Nous ne retrouvons pas d'absence du PL significativement prédominante d'un côté dans notre étude. Ce résultat est en accord avec les données de la population mondiale [6]. Toutefois, Erić retrouve une absence à droite significativement plus élevée chez l'homme et une absence à gauche significativement plus élevée chez la femme, dans une population caucasienne [51]. Le côté dominant ne semble pas avoir d'influence sur la répartition du PL, toutefois l'effectif de notre échantillon est insuffisant pour pouvoir conclure.

Relation entre le PL et la force de flexion de poignet

Notre étude nous montre que, chez les hommes comme chez les femmes, le PL n'influence pas la force de flexion du poignet. Sa présence ne garantit pas une force de flexion de poignet supérieure à celle d'un sujet sans PL. Notre recherche bibliographique ne nous a pas permis de trouver d'études identiques à la nôtre. Toutefois notre résultat est à mettre en parallèle avec les études qui ont montré que le PL n'influait pas la force de préhension [15] et qu'il était significativement impliqué dans la force d'abduction du pouce [16].

Le PL peut donc être considéré comme un muscle fléchisseur du poignet négligeable [2]. Mais son intérêt dans l'abduction du pouce, dans la fonction de la colonne du pouce et dans la préhension ne saurait être remis en cause. C'est également une banque tendineuse de choix.

Limites de l'étude

Population

Dans un souci d'homogénéité de l'échantillon de population, nous avons réalisé les tests de force sur des sujets jeunes de 18 à 30 ans. Un échantillon comportant une grande proportion de personnes jeunes, ne saurait être représentatif de la population générale. Les personnes jeunes ayant une bonne intégrité musculaire et articulaire, ces résultats ne sont valables que pour cet échantillon.

De plus, chaque individu comporte des paramètres intrinsèques (comme la morphologie) difficiles à maîtriser malgré les critères d'exclusion. Ces paramètres sont susceptibles d'influencer la force du sujet et donc de créer un biais au niveau de l'étude de la force.

La faible proportion de gauchers dans la population nous a conduit à n'effectuer que des mesures de force à droite chez des droitiers. Le taux d'absence du PL combiné à la faible proportion de gauchers dans la population a limité certains paramètres, notamment l'étude de l'influence de la latéralité sur la répartition du PL, l'effectif de gauchers ne présentant pas de PL étant insuffisant pour être exploité. De manière générale, un échantillon de population plus important aurait permis d'obtenir une étude plus puissante et d'exploiter certaines données supplémentaires (notamment l'influence de la latéralité sur la répartition du PL ou l'étude du caractère unilatéral ou bilatéral de l'absence du PL en fonction des autres paramètres).

Environnement

Pour cause de disponibilité des étudiants, nous n'avons pas pu réaliser les mesures à des heures précises. L'horaire de

mesure est susceptible d'affecter la force développée par le sujet, en post-prandial ou en fin de journée, le sujet risque de développer moins de force en raison du métabolisme ou de la fatigue. Ce facteur constitue également un biais à l'étude.

CONCLUSION

Cette étude permet d'apporter quelques éléments de réponse sur la fonction du PL lorsqu'il est présent. En effet, nous avons montré que sa présence n'influence pas la force de flexion de poignet, ce qui confirme son rôle accessoire dans la flexion du poignet. D'autres études ont prouvé que le PL participait significativement à l'abduction du pouce mais que sa présence n'influait pas la force de préhension. Cependant, une étude plus détaillée pourrait permettre de préciser le rôle exact du PL dans la fonction de la colonne du pouce.

La phylogenèse nous a montré que le PL est d'autant plus présent que le membre supérieur est utilisé en chaîne fermée, dans des activités de manipulation ou des prises de force. Le taux de présence du PL est également extrêmement variable suivant l'origine ethnique du sujet. L'évolution de ce muscle semble donc dictée, d'une part par l'adaptation de la main à de nouvelles fonctions, et d'autre part par l'origine ethnique et la dérive génétique, qui expliqueraient les grandes disparités de répartitions suivant les populations.

Pratiquement, nous pouvons affirmer qu'une opération chirurgicale qui utilise le tendon du PL comme banque tendineuse ne sera pas préjudiciable à la fonction du poignet du patient dans les prises en flexion. De la même manière, le thérapeute qui prend en charge un patient pour une pathologie de poignet ne doit pas s'inquiéter de l'absence du PL. Des études spécifiques pourraient rechercher si les qualités sensori-motrices du poignet sont différentes avec et sans PL.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

RÉFÉRENCES

- [1] Federative committee on anatomical terminology terminologia anatomica: international anatomical terminology. Stuttgart: G. Thieme Verlag; 1998, ISBN: 3-13-115251-6.
- [2] Mbaka GO, Ejiwunmi AB. Prevalence of palmaris longus absence – a study in the Yoruba population. *Ulster Med J* 2009;78:90–3.
- [3] Dufour M. Anatomie de l'appareil locomoteur, tome II : membre supérieur, 2e éd. Paris: Masson; 2007, ISBN: 978-2-294-08056-2.
- [4] Testut L. Les anomalies musculaires chez l'homme expliquées par l'anatomie comparée, leur importance en anthropologie. Paris: Masson; 1884.
- [5] Kigera JWM, Mukwaya S. Frequency of agenesis palmaris longus through clinical examination – an East African study. *PLoS One* 2011;6(12):1–2 [article ID e28997].
- [6] Yammine K. Clinical prevalence of palmaris longus agenesis: a systematic review and meta-analysis. *Clin Anat* 2013;26:709–18.
- [7] Ceyhan O, Mavt A. Distribution of agenesis of palmaris longus muscle in 12 to 18 years old age groups. *Indian J Med Sci* 1997;5:156–60 [<http://www.indianjmedsci.org/text.asp?1997/51/5/156/11522> (page consultée le 20/10/2013)].

- [8] Gangata H. The clinical surface anatomy anomalies of the palmaris longus muscle in the black African population of Zimbabwe and a proposed new testing technique. *Clin Anat* 2009;22:230–5.
- [9] Paumard P. Approche théorique : valeurs et significations des différentes variations musculaires sur le plan évolutif. *Kinesither Rev* 2007;65:16–8.
- [10] Erić M, Koprivčić I, Vučinić N, Radić R, Krivokuća D, Lekšan I, et al. Prevalence of the palmaris longus in relation to the hand dominance. *Surg Radiol Anat* 2011;33:481–4.
- [11] Kyung DS, Lee JH, Choi IJ, Kim DK. Different frequency of the absence of the palmaris longus according to assessment methods in a Korean population. *Anat Cell Biol* 2012;45:53–6.
- [12] Soltani AM, Peric M, Francis CS, Nguyen TTJ, Chan LS, Ghiassi A, et al. The variation in the absence of the palmaris longus in a multiethnic population of the United States: an epidemiological study. *Plast Surg Int* 2012;1–4 [Article ID 282959].
- [13] Raouf HA, Kader GA, Jaradat A, Dharap A, Fadel R, Salem AH. Frequency of palmaris longus absence and its association with other anatomical variations in the Egyptian population. *Clin Anat* 2013;26:572–7.
- [14] Thompson NW, Mockford BJ, Cran GW. Absence of the palmaris longus muscle: a population study. *Ulster Med J* 2001;70:22–4.
- [15] Sebastin SJ, Lim AYT, Bee WH, Wong TCM, Methil BV. Does the absence of the palmaris longus affect grip and pinch strength? *J Hand Surg Br* 2005;30:406–8.
- [16] Gangata H, Ndou R, Louw G. The contribution of the palmaris longus muscle to the strength of thumb abduction. *Clin Anat* 2010;23:431–6.
- [17] Marzke MW. Origin of the human hand. *Am J Phys Anthropol* 1971;34:61–84.
- [18] Colombo R. *De re anatomica libri*. Venise: Nicolai Bevilacqua; 1559.
- [19] Williams PL, Warwick R. *Gray's anatomy*, 36e éd. New-York: Churchill Livingstone; 1980, ISBN: 978-0-443-01505-2.
- [20] Testut L. *Traité d'anatomie humaine : anatomie descriptive–histologie–développement*, tome III : myologie, 3e éd. Paris: Octave Doin; 1896.
- [21] Sappey PC. *Traité d'anatomie descriptive*, tome II : myologie, 4e éd. Paris: Adrien Delahaye et Emile Lecrosnier; 1888.
- [22] Kapandji IA. *Physiologie articulaire, fascicule 1 : membre supérieur*, 1e éd. Paris: Maloine; 1963.
- [23] Richer P. *Anatomie artistique : description des formes extérieures du corps humain au repos et dans les principaux mouvements*. Edition fac-similé : bibliothèque de l'image; 1996.
- [24] Natsis É, Didagelos I, Manoli SM, Vlasik K, Papatanasasiou E, Sofidis G, et al. Fleishy palmaris longus muscle – a cadaveric finding and its clinical significance: a case report. *Hippokratia* 2012;16:378–80.
- [25] Diogo R, Richmond BG, Wood B. Evolution and homologies of primate and modern human hand and forearm muscles, with notes on thumb movements and tool use. *J Hum Evol* 2012;63:64–78.
- [26] Gibbs S, Collard M, Wood B. Soft-tissue anatomy of the extant hominoids: a review and phylogenetic analysis. *J Anat* 2002;200:3–49.
- [27] Keith A. On the chimpanzees and their relationship to the gorilla. *Proceedings of the Zoological Society of London*; 1899;303–6 [<http://www.biodiversitylibrary.org/page/31572244#page/367/mode/1up> (page consultée le 07/11/2013)].
- [28] Sarmiento EE. Terrestrial traits in the hand and feet of gorillas. *American Museum Novitates* 1994;3091:1–56.
- [29] Aversi-Ferreira RA, Bretas RV, Maior RS, Davaasuren M, Paraguassú-Chaves CA, Nishijo H, et al. Morphometric and statistical analysis of the palmaris longus muscle in human and non-human primates. *BioMed Res Int* 2014;1–6 [article ID 178906].
- [30] Voisin JL. Homme et grands singes. [En ligne]. <<http://jeanlucvoisin.free.fr/pdfcours/Poly%20agreg%20GS%202012.pdf>>.
- [31] Ziegler AC. Brachiation adaptation of chimpanzee upper limb musculature. *Am J Phys Anthropol* 1964;22:15–31.
- [32] Fowlie C, Fuller C, Pratten MK. Assessment of the presence/absence of the palmaris longus muscle in different sports, and elite and non-elite sports populations. *Physiotherapy* 2012;98:138–42.
- [33] Dufour M, Pillu M. *Biomécanique fonctionnelle : membres–tête–tronc*. Issy-les-Moulineaux: Masson; 2006, ISBN: 2-294-08877-8 [568 p].
- [34] Villars S, Petitdant B. Comment mettre en évidence le long palmaire (palmaris longus) ? *Kinesither Rev* 2014;14:26–32.
- [35] Enye LA, Saalu LC, Osinubi AA. The prevalence of agenesis of palmaris longus muscle amongst students in two Lagos-based medical schools. *Int J Morphol* 2010;28:849–54.
- [36] Bhattacharya V, Raveendra Reddy G. The palmaris longus tendon – rationality of the finger manoeuvres. *Br J Plast Surg* 2005;58:419–21.
- [37] Pushpakumar SB, Hanson RP, Carroll S. The « two finger » sign. Clinical examination of palmaris longus (PL) tendon. *Br J Plast Surg* 2004;57:184–5.
- [38] <http://www.fedecardio.org/tabac-et-tension-arterielle> (page consultée le 03/01/2014).
- [39] Bonte D, Chambon C, Furon D, Schadkowski C. Monoxyde de carbone : quels effets sur la santé ? http://www.appa.asso.fr/_docs/7/fckeditor/file/Revues/AirPur/Airpur_70_Bonte.pdf (page consultée le 08/11/2013).
- [40] <http://www.ofta-asso.fr/index.php/entreprises-et-administrations/comprendre-et-sinformer/38-ce-que-vous-devez-savoir-sur-le-tabac/135-article-de-base-muet> (page consultée le 03/01/2014).
- [41] Santhakumar V, Wallner M, Otis TS. Ethanol acts directly on extrasynaptic subtypes of GABAA receptors to increase tonic inhibition. *Alcohol* 2007;41:211–21.
- [42] Rubin E, Katz AM, Lieber CS, Stein EP, Puszkis S. Muscle damage produced by chronic alcohol consumption. *Am J Pathol* 1976;83:499–516.
- [43] Andersen H, Borre M, Jakobsen J, Andersen PH, Vilstrup H. Decreased muscle strength in patients with alcoholic liver cirrhosis in relation to nutritional status, alcohol abstinence, liver function, and neuropathy. *Hepatology* 1998;27:1200–6.
- [44] Kigera JWM, Mukwaya S. Clinical assessment of the palmaris longus – accuracy of common tests. *Ann Afr Surg* 2012;9:40–4.
- [45] Sebastin SJ, Lim AYT. Clinical assessment of the palmaris longus – too many newer techniques? *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2006;59:784–6.
- [46] Alves N, Ramirez D, Deana NF. Study of frequency of the palmaris longus muscle in Chilean subjects. *Int J Morphol* 2011;29:485–9.
- [47] Doğramaci Y, Kalaci A, Savaş N, Esen E, Uçar E, Duman IG, et al. The prevalence of the palmaris longus agenesis: a study in Afghan population. *Türkiye Klinikleri J Med Sci* 2010;30:1561–5.
- [48] Vanswearingen JM. Measuring wrist muscle strength. *J Orthop Sports Phys Ther* 1983;4:217–28.
- [49] Thompson JW, McBatts J, Danforth CH. Hereditary and racial variations of the musculus palmaris longus. *Am J Phys Anthropol* 1921;4:205–20.



- [50] Hashemiaghdam A, Iranmehr A, Abolhasani F, Meysamie A, Ghadakchi L. Surveying the genetic factors effect to lack of palmaris longus muscle's tendon and prevalence of absence in the inhabitants of Eastern Azerbaijan. *BMC Proceedings* 2012; 6–34.
- [51] Erić M, Krivokuća D, Savović S, Lekšan I, Vučinić N. Prevalence of the palmaris longus through clinical evaluation. *Surg Radiol Anat* 2010;32:357–61.
- [52] Reimann AF, Daseler EH, Anson BJ, Beaton LE. The palmaris longus muscle and tendon. A study of 1600 extremities. *Anat Rec* 1944;89:485–505.
- [53] Ndou R, Gangata H, Mitchell B, Ncongo T, Louw G. The frequency of absence of palmaris longus in a South African population of mixed race. *Clin Anat* 2010;23:437–42.
- [54] Woestyn J. *Étude du mouvement, tome II : l'anatomie fonctionnelle*, 1e éd. Paris: Maloine; 1977, ISBN: 2-87017-013-0.

POUR EN SAVOIR PLUS

<http://jeanlucvoisin.free.fr>.

<http://www.grands-singes.com>.