



HAL
open science

Exploration des déterminants du contrôle postural dans la gonarthrose symptomatique

Pierre Groizard

► **To cite this version:**

Pierre Groizard. Exploration des déterminants du contrôle postural dans la gonarthrose symptomatique. Médecine humaine et pathologie. 2020. hal-04042774

HAL Id: hal-04042774

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-04042774>

Submitted on 23 Mar 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

UNIVERSITE DE LORRAINE
2020

FACULTE DE MEDECINE DE NANCY

THESE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Dans le cadre du troisième cycle de Médecine Spécialisée

Par

Pierre GROIZARD

Le 20 Novembre 2020

**Exploration des déterminants du contrôle postural dans
la gonarthrose symptomatique**

Membres du jury :

Monsieur le Professeur Damien LOEUILLE

Président du Jury

Madame le Professeur Isabelle CHARY-VALCKENAERE

Directrice de Thèse

Monsieur le Professeur Philippe PERRIN

Juge

Monsieur le Docteur Christopher REIN

Juge



Président de l'Université de Lorraine :
Professeur Pierre MUTZENHARDT

Doyen de la Faculté de Médecine :
Professeur Marc BRAUN

Vice-doyenne
Pr Laure JOLY

Assesseurs :

Premier cycle : Dr Nicolas GAMBIER
Deuxième cycle : Pr Antoine KIMMOUN
Troisième cycle : Pr Laure JOLY
Formation à la recherche : Pr Nelly AGRINIER
Relations Grande Région : Pr Thomas FUCHS-BUDER
CUESim : Pr Stéphane ZUILY
SIDES : Dr Julien BROSEUS
Vie Facultaire : Dr Philippe GUERCI
Etudiant : Mme Audrey MOUGEL

Chargés de mission

Docimologie : Dr Jacques JONAS
Orthophonie : Pr Cécile PARIETTI-WINKLER
PACES : Pr Mathias POUSSEL
Relations internationales : Pr Jacques HUBERT

Présidente du Conseil de la Pédagogie : Pr Louise TYVAERT
Président du Conseil Scientifique : Pr Jean-Michel HASCOET

=====

DOYENS HONORAIRES

Professeur Jacques ROLAND - Professeur Patrick NETTER - Professeur Henry COUDANE

=====

PROFESSEURS HONORAIRES

Etienne ALIOT - Jean-Marie ANDRE - Alain AUBREGE - Gérard BARROCHE - Alain BERTRAND - Pierre BEY - Marc-André BIGARD - Patrick BOISSEL - Pierre BORDIGONI - Jacques BORRELLY - Michel BOULANGE - Jean-Louis BOUTROY - Laurent BRESLER - Serge BRIANÇON - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET - Daniel BURNEL - Claude CHARDOT - Jean-François CHASSAGNE - François CHERRIER - Henry COUDANE - Jean-Pierre CRANCE - Jean-Pierre DESCHAMPS - Gilbert FAURE - Gérard FIEVE - Bernard FOLIGUET - Jean FLOQUET - Robert FRISCH - Alain GAUCHER - Pierre GAUCHER - Jean-Luc GEORGE - Alain GERARD - Hubert GERARD - Jean-Marie GILGENKRANTZ - Simone GILGENKRANTZ - Gilles GROSDIDIER - François GUILLEMIN - Philippe HARTEMANN - Gérard HUBERT - Claude HURIET - Jean-Pierre KAHN - Gilles KARCHER - Michèle KESSLER - François KOHLER - Pierre LANDES - Pierre LASCOMBES - Marie-Claire LAXENAIRE - Michel LAXENAIRE - Alain LE FAOU - Jacques LECLERE - Pierre LEDERLIN - Bernard LEGRAS - Jean-Pierre MALLIÉ - Philippe MANGIN - François MARCHAL - Jean-Claude MARCHAL - Yves MARTINET - Pierre MATHIEU - Thierry MAY - Michel MERLE - Daniel MOLÉ - Pierre MONIN - Pierre NABET - Patrick NETTER - Jean-Pierre NICOLAS - Francis PENIN - Claude PERRIN - Luc PICARD - François PLENAT - Jean-Marie POLU - Jacques POUREL - Francis RAPHAEL - Antoine RASPILLER - Denis REGENT - Jacques ROLAND - Daniel SCHMITT - Michel SCHMITT - Jean-Luc SCHMUTZ - Michel SCHWEITZER - Daniel SIBERTIN-BLANC - Claude SIMON - Danièle SOMMELET - Jean-François STOLTZ - Michel STRICKER - Gilbert THIBAUT - Paul VERT - Hervé VESPIGNANI - Colette VIDAILHET - Michel VIDAILHET - Jean-Pierre VILLEMOT - Michel WEBER - Denis ZMIROU - Faïez ZANNAD

=====

PROFESSEURS ÉMÉRITES

Etienne ALIOT - Laurent BRESLER - Serge BRIANÇON - Henry COUDANE - Gilbert FAURE - Alain LE FAOU - Thierry MAY Patrick NETTER - Luc PICARD - François PLENAT - Paul VERT - Jean-Pierre VILLEMOT – Faiez ZANNAD

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

(Disciplines du Conseil National des Universités)

42^e Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{re} sous-section : (*Anatomie*)

Professeur Marc BRAUN – Professeure Manuela PEREZ

2^e sous-section : (*Histologie, embryologie et cytogénétique*)

Professeur Christo CHRISTOV

3^e sous-section : (*Anatomie et cytologie pathologiques*)

Professeur Guillaume GAUCHOTTE

43^e Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

1^{re} sous-section : (*Biophysique et médecine nucléaire*)

Professeur Pierre-Yves MARIE – Professeur Pierre OLIVIER - Professeur Antoine VERGER

2^e sous-section : (*Radiologie et imagerie médicale*)

Professeur René ANXIONNAT - Professeur Alain BLUM - Professeur Serge BRACARD –

Professeure Valérie CROISÉ - Professeur Jacques FELBLINGER - Professeur Benjamin GORY –

Professeur Damien MANDRY - Professeur Pedro GONDIM TEIXEIRA

44^e Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{re} sous-section : (*Biochimie et biologie moléculaire*)

Professeur Jean-Louis GUEANT - Professeur David MEYRE - Professeur Bernard NAMOUR –

Professeur Jean-Luc OLIVIER - Professeur Abderrahim OUSSALAH

2^e sous-section : (*Physiologie*)

Professeur Christian BEYAERT - Professeur Bruno CHENUÉL - Professeur Mathias POUSSEL

3^e sous-section (*Biologie cellulaire*)

Professeure Véronique DECOT-MAILLERET

4^e sous-section : (*Nutrition*)

Professeur Didier QUILLIOT - Professeure Rosa-Maria RODRIGUEZ-GUEANT - Professeur Olivier ZIEGLER

45^e Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{re} sous-section : (*Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière*)

Professeur Alain LOZNIEWSKI – Professeure Evelyne SCHVOERER

2^e sous-section : (*Parasitologie et Mycologie*)

Professeure Marie MACHOUART

3^e sous-section : (*Maladies infectieuses ; maladies tropicales*)

Professeure Céline PULCINI - Professeur Christian RABAUD

46^e Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{re} sous-section : (*Épidémiologie, économie de la santé et prévention*)

Professeure Nelly AGRINIER - Professeur Francis GUILLEMIN

4^e sous-section : (*Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication*)

Professeure Eliane ALBUISSON - Professeur Nicolas JAY

47^e Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{re} sous-section : (*Hématologie ; transfusion*)

Professeur Pierre FEUGIER

2^e sous-section : (*Cancérologie ; radiothérapie*)

Professeur Thierry CONROY - Professeur Frédéric MARCHAL - Professeur Didier PEIFFERT –

Professeur Guillaume VOGIN

3^e sous-section : (*Immunologie*)

Professeur Marcelo DE CARVALHO-BITTENCOURT - Professeure Marie-Thérèse RUBIO

4^e sous-section : (*Génétique*)

Professeur Philippe JONVEAUX - Professeur Bruno LEHEUP

48° Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

1^{re} sous-section : (*Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire*)

Professeur Gérard AUDIBERT - Professeur Hervé BOUAZIZ - Professeur Thomas FUCHS-BUDER
Professeure Marie-Reine LOSSER - Professeur Claude MEISTELMAN

2^e sous-section : (*Médecine intensive-réanimation*)

Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT - Professeur Sébastien GIBOT - Professeur Bruno LÉVY –
Professeur Antoine KIMMOUN

3^e sous-section : (*Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie*)

Professeur Pierre GILLET - Professeur Jean-Yves JOUZEAU

4^e sous-section : (*Thérapeutique-médecine de la douleur ; addictologie*)

Professeur Nicolas GIRERD - Professeur François PAILLE - Professeur Patrick ROSSIGNOL

5^e sous-section : (*Médecine d'urgence*)

Professeur Tahar CHOUIHED

49° Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION

1^{re} sous-section : (*Neurologie*)

Professeur Marc DEBOUVERIE - Professeur Louis MAILLARD - Professeur Sébastien RICHARD –
Professeur Luc TAILLANDIER Professeure Louise TYVAERT

2^e sous-section : (*Neurochirurgie*)

Professeur Thierry CIVIT - Professeure Sophie COLNAT-COULBOIS - Professeur Olivier KLEIN

3^e sous-section : (*Psychiatrie d'adultes ; addictologie*)

Professeur Vincent LAPREVOTE - Professeur Raymund SCHWAN

4^e sous-section : (*Pédopsychiatrie ; addictologie*)

Professeur Bernard KABUTH

5^e sous-section : (*Médecine physique et de réadaptation*)

Professeur Jean PAYSANT

50° Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE

1^{re} sous-section : (*Rhumatologie*)

Professeure Isabelle CHARY-VALCKENAERE - Professeur Damien LOEUILLE

2^e sous-section : (*Chirurgie orthopédique et traumatologique*)

Professeur Laurent GALOIS - Professeur Didier MAINARD - Professeur François SIRVEAUX

3^e sous-section : (*Dermato-vénéréologie*)

Professeure Anne-Claire BURSZTEJN

4^e sous-section : (*Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie*)

Professeur François DAP - Professeur Gilles DAUTEL - Professeur Etienne SIMON

51° Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

1^{re} sous-section : (*Pneumologie ; addictologie*)

Professeur Jean-François CHABOT - Professeur Ari CHAOUAT

2^e sous-section : (*Cardiologie*)

Professeur Edoardo CAMENZIND - Professeur Christian de CHILLOU DE CHURET –
Professeur Yves JUILLIERE -

Professeur Batric POPOVIC - Professeur Nicolas SADOUL

3^e sous-section : (*Chirurgie thoracique et cardiovasculaire*)

Professeur Juan-Pablo MAUREIRA - Professeur Stéphane RENAUD

4^e sous-section : (*Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire*)

Professeur Sergueï MALIKOV - Professeur Denis WAHL – Professeur Stéphane ZUILY

52° Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE

1^{re} sous-section : (*Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie*)

Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI - Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

2^e sous-section : (*Chirurgie viscérale et digestive*)

Professeur Ahmet AYAV - Professeur Laurent BRUNAUD – Professeure Adeline GERMAIN

3^e sous-section : (*Néphrologie*)

Professeur Luc FRIMAT - Professeure Dominique HESTIN

4^e sous-section : (*Urologie*)

Professeur Pascal ESCHWÈGE - Professeur Jacques HUBERT

53° Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE ET MÉDECINE GÉNÉRALE

1^{re} sous-section : (Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie)

Professeur Athanase BENETOS - Professeur Jean-Dominique DE KORWIN - Professeure Gisèle KANNY
Professeure Christine PERRET-GUILLAUME – Professeur Roland JAUSSAUD – Professeure Laure JOLY

3° sous-section : (Médecine générale)

Professeur Jean-Marc BOIVIN - Professeur Paolo DI PATRIZIO

54° Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

1^{re} sous-section : (Pédiatrie)

Professeur Pascal CHASTAGNER - Professeur François FEILLET - Professeur Jean-Michel HASCOET -
Professeur Cyril SCHWEITZER

2° sous-section : (Chirurgie infantile)

Professeur Pierre JOURNEAU - Professeur Jean-Louis LEMELLE

3° sous-section : (Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale)

Professeur Philippe JUDLIN - Professeur Olivier MOREL

4° sous-section : (Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale)

Professeur Bruno GUERCI - Professeur Marc KLEIN - Professeur Georges WERYHA

55° Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1^{re} sous-section : (Oto-rhino-laryngologie)

Professeur Roger JANKOWSKI - Professeure Cécile PARIETTI-WINKLER - Professeure Cécile RUMEAU

2° sous-section : (Ophtalmologie)

Professeure Karine ANGIOI - Professeur Jean-Paul BERROD

3° sous-section : (Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie)

Professeure Muriel BRIX

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

61° Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL

Professeur Walter BLONDEL

64° Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Professeure Sandrine BOSCHI-MULLER - Professeur Pascal REBOUL

65° Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Professeure Céline HUSELSTEIN

66° Section : PHYSIOLOGIE

Professeur Nguyen TRAN

=====

PROFESSEUR ASSOCIÉ DE MÉDECINE GÉNÉRALE

53° Section, 3° sous-section : (Médecine générale)

Professeure associée Sophie SIEGRIST

Professeur associé Olivier BOUCHY

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

42° Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{re} sous-section : (Anatomie)

Docteur Bruno GRIGNON

2° sous-section : (Histologie, embryologie, et cytogénétique)

Docteure Isabelle KOSCINSKI

44° Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{re} sous-section : (Biochimie et biologie moléculaire)

Docteure Shyue-Fang BATTAGLIA - Docteure Sophie FREMONT - Docteure Isabelle GASTIN –

Docteure Catherine MALAPLATE - Docteur Marc MERTEN

2° sous-section : (Physiologie)

Docteure Silvia DEMOULIN-ALEXIKOVA - Docteur Jacques JONAS

45° Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{re} sous-section : (*Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière*)

Docteure Corentine ALAUZET - Docteure Hélène JEULIN - Docteure Véronique VENARD

2° sous-section : (*Parasitologie et mycologie*)

Docteure Anne DEBOURGOGNE

46° Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{re} sous-section : (*Epidémiologie, économie de la santé et prévention*)

Docteur Cédric BAUMANN - Docteure Frédérique CLAUDOT - Docteur Alexis HAUTEMANIÈRE

Docteur Arnaud FLORENTIN - Docteur Jonathan EPSTEIN (stagiaire)

2° sous-section (*Médecine et Santé au Travail*)

Docteure Isabelle THAON

47° Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{re} sous-section : (*Hématologie ; transfusion*)

Docteur Julien BROSEUS – Docteure Maud D’AVENI

2° sous-section : (*Cancérologie ; radiothérapie*)

Docteure Lina BOLOTINE

3° sous-section : (*Immunologie*)

Docteure Alice AARNINK

4° sous-section : (*Génétique*)

Docteure Céline BONNET - Docteure Mathilde RENAUD (stagiaire)

48° Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D’URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

1^{re} sous-section : (*Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire*)

Docteur Philippe GUERCI

3° sous-section : (*Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie*)

Docteur Nicolas GAMBIER - Docteure Françoise LAPICQUE - Docteur Julien SCALA-BERTOLA

49° Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION

2° sous-section : (*Neurochirurgie*)

Docteur Fabien RECH

3° sous-section : (*Psychiatrie d’adultes ; addictologie*)

Docteur Thomas SCHWITZER

4° sous-section : (*Pédopsychiatrie ; addictologie*)

Docteur Fabienne ROUYER-LIGIER (stagiaire)

50° Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE

4° sous-section : (*Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie*)

Docteure Laetitia GOFFINET-PLEUTRET

51° Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

3° sous-section : (*Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire*)

Docteur Fabrice VANHUYSE

4° sous-section : (*Chirurgie vasculaire ; Médecine vasculaire*)

Docteure Nicla SETTEMBRE

52° Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE

1^{re} sous-section : (*Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie*)

Docteur Anthony LOPEZ

54° Section : DEVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L’ENFANT, GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

1° sous-section : (*Pédiatrie*)

Docteure Cécile POCHON (stagiaire)

4° sous-section : (*Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; Gynécologie médicale*)

Docteure Éva FEIGERLOVA

5° sous-section : (*Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale*)

Docteur Mikaël AGOPIANTZ

55° Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1^{re} sous-section : (*Oto-Rhino-Laryngologie*)

Docteur Patrice GALLET

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

5^e Section : SCIENCES ÉCONOMIQUES

Monsieur Vincent LHUILLIER

7^e Section : SCIENCES DU LANGAGE : LINGUISTIQUE ET PHONETIQUE GENERALES

Madame Christine DA SILVA-GENEST

19^e Section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE

Madame Joëlle KIVITS

63^e Section : GÉNIE ÉLECTRIQUE, ÉLECTRONIQUE, PHOTONIQUE ET SYSTÈMES

Madame Pauline SOULET LEFEBVRE (stagiaire)

64^e Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Madame Marie-Claire LANHERS - Monsieur Nick RAMALANJAONA

65^e Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Madame Nathalie AUCHET - Madame Natalia DE ISLA-MARTINEZ - Monsieur Christophe NEMOS

69^e Section : NEUROSCIENCES

Madame Sylvie MULTON

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

53^e Section, 3^e sous-section : (*Médecine générale*)

Docteur Cédric BERBE

=====

DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)

Brown University, Providence (U.S.A)

Professeure Mildred T. STAHLMAN (1982)

Vanderbilt University, Nashville (U.S.A)

Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)

Institut d'Anatomie de Würzburg (R.F.A)

Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)

*Research Institute for Mathematical
Sciences de Kyoto (JAPON)*

Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)

Université d'Helsinki (FINLANDE)

Professeur Duong Quang TRUNG (1997)

Université d'Hô Chi Minh-Ville (VIËTNAM)

Professeur Daniel G. BICHET (2001)

Université de Montréal (Canada)

Professeur Marc LEVENSTON (2005)

Institute of Technology, Atlanta (USA)

Professeur Brian BURCHELL (2007)

Université de Dundee (Royaume-Uni)

Professeur Yunfeng ZHOU (2009)

Université de Wuhan (CHINE)

Professeur David ALPERS (2011)

Université de Washington (U.S.A)

Professeur Martin EXNER (2012)

Université de Bonn (ALLEMAGNE)

REMERCIEMENTS

A notre Maître et Président du Jury

Monsieur le Professeur Damien LOEUILLE

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier de Rhumatologie

Vous nous faites l'honneur de présider ce jury de thèse et présider notre travail.

Nous vous remercions sincèrement pour votre accompagnement, votre soutien et votre pédagogie dans notre apprentissage de la noble spécialité qu'est la Rhumatologie durant ces années d'études, tant d'un point de vue clinique qu'iconographique, tant sur le plan analytique et méthodologique que sur le plan humain.

Veillez recevoir à ce titre le témoignage de notre profond respect et de notre plus sincère reconnaissance.

A notre Maître et Directrice de Thèse

Madame le Professeur Isabelle CHARY-VALCKENAERE

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier de Rhumatologie

Chef de service de Rhumatologie

Vous nous faites l'honneur de faire partie ce jury de thèse et de la juger après l'avoir encadrée.

Nous vous remercions sincèrement pour votre accompagnement, votre soutien et votre pédagogie dans notre apprentissage de la noble spécialité qu'est la Rhumatologie durant ces années d'études, tant d'un point de vue clinique qu'iconographique, tant sur le plan analytique et méthodologique que sur le plan humain.

Veillez recevoir à ce titre le témoignage de notre profond respect et de notre plus sincère reconnaissance.

A notre Maître et Juge

Monsieur le Professeur Philippe PERRIN

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier d'ORL

Vous nous faites l'honneur de faire partie ce jury de thèse et de la juger.

Nous vous remercions sincèrement pour votre contribution à cette thèse et l'accompagnement dans l'analyse de cette dernière. Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites.

Veillez recevoir à ce titre le témoignage de notre profond respect et de notre plus sincère reconnaissance.

A notre Maître et Juge

Monsieur le Docteur Christopher REIN

Docteur en Rhumatologie et Assistant Chef de Clinique en Médecine Interne à
l'Hôpital d'Instruction des Armées Legouest

Vous nous faites l'honneur de faire partie ce jury de thèse et de la juger.

Nous vous remercions sincèrement pour votre accompagnement et vos conseils dans notre formation à cette noble spécialité qu'est la Rhumatologie.

Nous vous remercions également pour votre contribution à cette thèse et l'accompagnement dans l'analyse de cette dernière. Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites.

Veillez recevoir à ce titre le témoignage de notre profond respect et de notre plus sincère reconnaissance.

A l'équipe du CHRU Nancy : A mes Maîtres tout d'abord, Madame le Professeur Isabelle CHARY-VALCKENAERE et à Monsieur le Professeur Damien LOEUILLE auxquels je réitère mon plus profond respect et ma sincère gratitude pour ces années passées sous leur encadrement et pour leur apprentissage ainsi que leurs valeurs pédagogiques. A mes anciens chefs de clinique, les Docteurs Perrier-Cornet et Raynal ainsi que les nouveaux, le Docteur Gross et le Docteur Baccichetti, ainsi que le Docteur Bauer que je remercie pour leur encadrement et pour leur apprentissage au cours de ces années.

Ainsi qu'à tous mes co-internes en Rhumatologie, anciens comme récents : Sarah, Stéphane (mon ex co-interne et nouveau chef vénéré dont j'appris lentement le vocabulaire et l'expression de ses sentiments, toujours en nuances de « ah », « pff », « ok », « balek » et « c'est bien »), Manon, Gaëlle (ma nouvelle chef vénérée qui me doit une bouteille depuis 2 ans soit dit en passant), Benjamin et Caroline (avec lesquels j'ai partagé mes débuts et de nombreuses séances d'échographie articulaire), Marie, Marion, Mathilde (mon poulain que j'ai vu marcher, trébucher, se relever, grandir et s'épanouir), Lénaïc et Margaux.

A tous les membres du cabinet de Rhumatologie de Thionville : au Docteur Rémy Ouichka pour l'ensemble des connaissances médicales et pratiques et les conseils qu'il m'a donnés. Au Docteur Philippe Thomas pour l'ensemble des connaissances qu'il a su me transmettre et pour nos riches échanges iconographiques. Au Docteur Josiane Toubas-Bonset, au Docteur Marie-Charlotte Gautier, au Docteur Véronique Clément-Martig, je vous remercie également pour l'ensemble des connaissances que vous avez su m'apporter et pour votre encadrement. Je remercie également pour tous ces bons moments Marine, Caroline, Sylvie qui ont rendu mon séjour à Thionville si agréable.

A l'équipe de l'Hôpital d'Instruction des Armées Legouest : au Médecin Chef, le Docteur Gaël Cinquetti pour son accueil chaleureux au sein de son équipe ainsi que pour son aide et son écoute. Au Docteur Christopher Rein, mon Lord Commander auquel je réitère ainsi tout mon respect et mon admiration pour lui, ainsi que pour sa patience et sa pédagogie et pour toutes ses vertus qu'il arbore comme seul un vrai Lord saurait le faire. Au Dr Jérémy Corriger, mon doux seigneur et dermatologue de son état pour tous les bons conseils médicaux (et dans bien d'autres domaines) qu'il a su me dispenser. Merci au Dr Vincent Garniche pour son amitié et les conseils qu'il a su lui aussi me dispenser entre deux mauvaises blagues autour d'un café. Merci également à mes co-internes, les deux Mathilde (Bossier et De Rambuteau De je n'allais pas écrire ton nom complet parce que ça prend vraiment beaucoup trop de place et je manque de place dans mes remerciements donc désolé mais je n'écrirai pas la totalité de ton nom), Mélanie, Marjorie, Pauline, Margaux et Lucie qui ont contribué à embellir cette année passée à l'HIA Legouest.

A mes Maîtres Angevins : Au Professeur Jean-Ralph Zahar qui a su me donner le goût de cette médecine à la fois intellectuelle et profondément humaine. Au Docteur Marie Rita Andreu qui m'a enseigné la rigueur propre à l'exercice de la pratique médicale au quotidien ; dure et juste mais toujours bienveillante.

Aux 7 Fantastiques : Antoine Poirier (le Pimp et non pas son homologue Nancéen) et ses fidèles compères le Docteur Arthur Vrignaud (Bob) et Benjamin Wintenberger (Gros Sac) pour leur amitié, leur bonne humeur et leur humour qui m'ont accompagné durant tout mon externat, au Docteur Matthieu Peurrois pour son amitié, écoute, sa compréhension et ses conseils. A Florian Pecquenard pour son amitié et les conseils qu'il m'a promulgués durant ma deuxième D4. A Jean-Pierre Nguyen (Jipette) pour son amitié au cours de ces années, je repense notamment à ma découverte du Japon à laquelle il contribua et à cette fantastique colocation que nous partageâmes là-bas.

A mes amis Angevins : A Louise Legrain pour son amitié et sa présence au cours de ces années angevines et notamment cette seconde D4 qu'elle contribua à embellir. A Tristan Ifrah dont la probité, l'intelligence et l'ouverture d'esprit permirent d'élargir l'horizon de mes connaissances et de ma culture au travers de nos conversations et de faire de moi quelqu'un de meilleur. Mes remerciements à Anne Mellier et Mathias Versillé pour leur présence et leurs échanges au cours de toutes ces années.

A mes camarades des Summer-School angevines, notamment Alexandre Emelyanova (Александра Емельянова), Ekaterina Ezhavina (Екатерина Ежавина), Samuel Frey et bien d'autres pour ces quelques semaines que nous avons partagées dans la bonne humeur, et pour mon initiation au russe (я убил медведя !).

Aux membres du JPEMS : Madeline Breugnon, Erwan Rabiller, Astrid Monier, Juliette Vaschalde, Pierre Leprovost (l'autre Pierre), Docteur Anne-Claire Houdayer, Anne-Claire Trichet, Claire Charbonnier, pour cette petite auberge espagnole dans laquelle nous avons partagé quelques mois dans le centre de Nantes.

A mes camarades philosophes : Pierre-Antoine Laurain qui a contribué à ma (contre)culture cinématographique et musicale, Pol Boudet, un pur condensé de mauvaise foi saupoudrée d'un peu de culture, tu restes à ce jour ma Barbie préférée. Melwyn Govindasami, Pierrick Perrin, Alexandre Etienne, le plus beau gitan de Thionville (et à son amie la petite blonde), Ines Bekkour (ou Becourt, je ne sais plus) pour tous ces bons moments passés à refaire le monde, et pour tous ceux à venir. Leur compagnie courtoise, leurs discours élégants, leurs idées novatrices sont à l'image de ce qu'on peut attendre d'une élite sociale. A Jérôme Blanchard dont on entend plus souvent parler qu'on ne le voit mais dont la vie continue toujours autant à nous fasciner.

A mes autres amis Lorrains : Marylou Moutarde, une colocataire fantastique et une amie fidèle, Maxime Billotte avec lequel il est toujours agréable de refaire le monde, Bouchra Assabah et son immense culture littéraire et cinématographique contribuant à la richesse de nos échanges, puisse les eaux stagnantes te guider sur la voie qui mène à la mairie.

A mes amis Francs-Placards : Sarah Stuebener, Simon Kurt, Marie Cossiez, Charles Vester, Jean-François Devoti, Manon Bordonné, George Hayek, Ugo Righetto, Mathilde Vinson, Mathilde Chastenet, Gwendoline Nogret. Cet été passé à Mercy ne put être rendu parfait que par votre présence.

A ma Famille

A mes parents tout d'abord Jean-Michel Groizard et Elisabeth Groizard, malgré l'éducation et le vocabulaire qu'ils m'inculquèrent les mots me manquent pour décrire l'abnégation, la patience, l'attention, l'aide, le conseil et les bienfaits qu'ils m'ont accordés jusqu'à ce jour et que je sais qu'ils m'accorderont encore longtemps. Je vous dois mon caractère, ses faiblesses mais surtout aussi ses forces. Vous m'avez élevé dans le respect de l'autre et dans le respect de mes idées, de mes valeurs et pour cela je vous réitère encore une fois mes remerciements. Mon frère, le Docteur Thomas Groizard (un vrai scientifique) qui me supporte (dans tous les sens du terme) depuis 1992 et avec lequel je continue de partager une partie de ma vie et de mon univers. Tu as toujours été là quand il le fallait, jamais quand ce n'était pas nécessaire, bienveillant, de bon conseil, calme, précis et incisif dans tes raisonnements et tes conseils. J'espère avoir pu te rendre une partie de ce que tu m'as apporté. A mes autres frères et sœurs : Franck-Alain Groizard, Mathilde Moiron et Laetitia Rollin ainsi qu'à leurs conjoints respectifs (Anne-Laure, Olivier, Grégory) ainsi qu'à leurs enfants (Valentin, ma petite Lucie, Marion, Aubin, Julien et Adèle) pour leur présence, leur aide et leur conseil durant toutes ces années. A ma marraine Marie Provost, ainsi qu'à toute sa famille, pour l'amitié et l'aide qu'ils m'ont apporté pendant toutes ces années.

A Amandine pour sa présence qui a su adoucir mon séjour lorrain, m'apaiser et grâce à laquelle je continue encore de me construire.

A mes Bro's, par ordre d'apparition : A (B) Romain Grolleau, mon meilleur et plus vieil ami, qui, tel un frère, me supporte depuis des temps immémoriaux, partageant mes déboires et victoires avec le calme et la justesse qui le caractérisent si bien. Au Docteur Geoffrey Zegar pour son amitié et pour les souvenirs mémorables de ces moments passés ensemble sur Captain Tsubasa ou à parler de Madame la Baronne, nous avons eu une relation tumultueuse mais c'est la marque des vrais amis de pouvoir se parler franchement et avancer ensemble. Au Docteur Fabien Raynard, l'homme le plus classe du monde avec lequel j'ai partagé pendant quelques mois un petit 9m² et 24 patients et dont l'intelligence et l'ouverture d'esprit continuent de m'éclairer dans bien des domaines, tout ceci entre deux citations de classiques du cinéma. Moi je préférerais avoir ta classe plutôt qu'avoir la mienne, moi je suis un peu just. A Adrien Houdry pour tous ses excellents cafés, ces soirées dégustation et ses bons conseils vestimentaires. Toi par contre tu confonds la coquetterie et la classe, tu es fou, tu dépenses ton argent dans des habits et accessoires de mode mais tu es ridicule. Enfin, si ça te plait... C'est toi qui les portes mais si tu veux mon avis, ça fait un petit peu has been.

Enfin, une pensée à mes chats : Plume tout d'abord qui a été là quand il n'y avait personne et Shin le Chat qui continue à porter le flambeau. Une dernière pensée pour Hellion, le petit nouveau venu, mignon trublion saccageant tout sur son passage.

SERMENT

“**A**u moment d’être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d’être fidèle aux lois de l’honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J’interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l’humanité. J’informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n’exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l’indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis(e) dans l’intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) à l’intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l’indépendance nécessaire à l’accomplissement de ma mission. Je n’entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés. J’apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu’à leurs familles dans l’adversité.

Que les hommes et mes confrères m’accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j’y manque.”

Table des matières

Abréviations anglais / français	20
Première partie : Avant-propos	21
1. L'arthrose.....	21
1.1. Pathogénie.....	22
2. La gonarthrose.....	23
2.1. Diagnostic	23
2.2. Radiographie standard.....	24
2.3. Imagerie par résonance magnétique (IRM).....	25
2.4. Echographie articulaire.....	26
2.5. Qualité de vie et douleurs.....	27
3. Contrôle postural	29
3.1. Définitions et implications.....	29
3.2. Techniques d'évaluation du contrôle postural : Posturographie	31
4. Bibliographie	32
Deuxième partie : Etude Clinique	38
Résumé.....	39
Introduction	40
Patients et méthodes.....	42
Patients.....	42
Posturographie.....	44
Analyses statistiques.....	45
Résultats	47
Discussion	52
Conclusion	56
Références.....	57
Troisième partie : perspectives et conclusion	63
1. Impact sur la prise en charge thérapeutique.....	63
2. Bibliographie	66

Abréviations anglais / français

ACR : American College of Rheumatology

CES : Composite Equilibrium Score

DS : Déviation Standard

EVA : Echelle Visuelle Analogique

IMC : Indice de Masse Corporelle

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

K&L : Kellgren & Lawrence (classification de)

KP : Kyste Poplité

N : Nombre

OARSI : Osteoarthritis Research Society International

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OMERACT : Outcome Measures in Rheumatoid Arthritis Clinical Trials

WOMAC : Western Ontario and McMaster

Première partie : Avant-propos

1. L'arthrose

L'arthrose est une maladie dégénérative des articulations touchant aussi bien le cartilage (érosion progressive du cartilage, hypertrophie synoviale) et l'os (sclérose de l'os sous-chondral et formation d'ostéophytes) que les tissus périarticulaires (atrophie musculaire compliquée elle-même de diminution de la force musculaire et du contrôle neuro-musculaire, dysfonction ligamentaire) (figure 1)¹. Le comité scientifique international de recherche sur l'arthrose (Osteoarthritis Research Society International ou OARSI) propose de définir l'arthrose comme : « une affection impliquant des articulations mobiles, caractérisée par un stress cellulaire et une dégradation de la matrice extra-cellulaire initiée par des micro et macro traumatismes qui activent des réponses de réparation inadaptées incluant des voies pro-inflammatoires et de l'immunité innée. La maladie se manifeste d'abord par des anomalies moléculaires (métabolisme anormal des tissus articulaires), puis anatomiques et/ou physiologiques (caractérisées par une dégradation du cartilage, un remodelage osseux, la formation d'ostéophytes, une inflammation articulaire et une perte de la fonction articulaire normale) »². Il s'agit d'une affection pouvant toucher de nombreux sites dont, par ordre décroissant de prévalence : le rachis, les doigts, les genoux (gonarthrose), les hanches³.

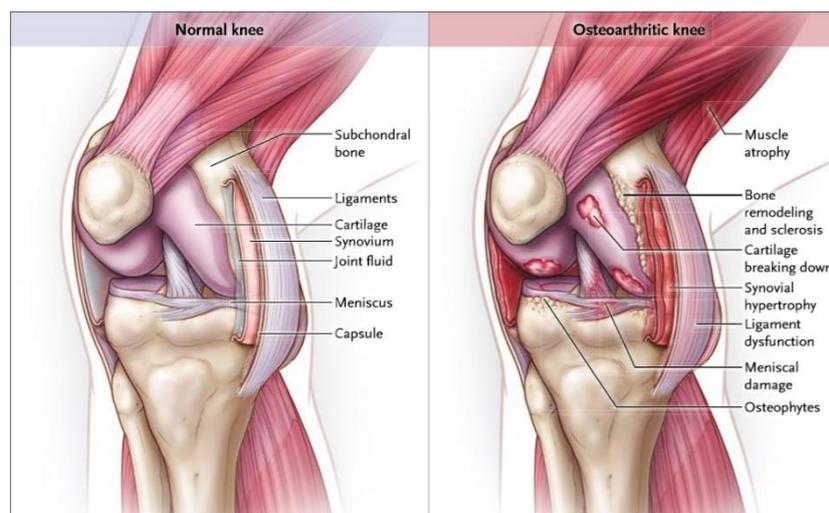


Figure 1 : Lésions associées à l'arthrose d'après Hunter DJ et al¹. Ce schéma montre les différents éléments composant l'articulation du genou et de quelle manière ces derniers peuvent être affectés au cours de la gonarthrose.

Il s'agit de l'affection rhumatologique la plus fréquente⁴. Sa répartition est ubiquitaire et sa prévalence augmente avec l'âge. Faible avant 45 ans, elle atteint 9.6% chez les hommes et 18% chez les femmes de plus de 60 ans⁵, si bien que l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime qu'en 2050 près de 130 millions de personnes dans le monde en seront atteintes^{6,7} du fait du vieillissement des populations. Il s'agit par ailleurs d'une cause majeure de handicap du fait des douleurs et de l'impotence fonctionnelle qu'elle entraîne, tout particulièrement chez les sujets âgés⁸. Sa prévalence et son retentissement font de l'arthrose un enjeu majeur de santé publique.

1.1. Pathogénie

De par la variété des structures impliquées dans l'arthrose, les mécanismes étiopathogéniques de cette dernière sont multiples.

Tout d'abord la dégradation du cartilage, composé d'une matrice extracellulaire entourant une unique population cellulaire : les chondrocytes. Ces derniers vont au cours du vieillissement du cartilage devenir « hypertrophiques », « fibroblastiques » ou « pro-cataboliques »⁹. Ils vont alors produire des prostanoïdes (prostaglandine E2 notamment), des cytokines pro-inflammatoires (interleukines 1-6-8), du monoxyde d'azote et des métalloprotéinases responsables des phénomènes inflammatoires locaux et des remaniements de la matrice extracellulaire, à savoir le remplacement du collagène de type II physiologique par des types normalement absents (type I, type IIA, Type III)¹⁰. Par ailleurs les chondrocytes pro-cataboliques vont provoquer en regard de la lésion cartilagineuse une inflammation de la membrane synoviale. Celle-ci est caractérisée par une hypertrophie villositaire ainsi qu'une multiplication et des remaniements cellulaires avec migration de monocytes, macrophages et lymphocytes T, produisant eux-mêmes des cytokines pro-inflammatoires. Ces dernières vont être responsables de la chronicisation de la synovite en entretenant les phénomènes de dégradation cartilagineuse¹¹.

Il est observé par ailleurs une accentuation du remodelage de l'os sous-chondral en réponse aux contraintes mécaniques exercées sur l'articulation¹². Cette accentuation se traduit par une augmentation de l'épaisseur de la lame osseuse sous-chondrale (principalement composée d'os cortical) avec accumulation de

substance ostéoïde (sclérose)¹³. La lame osseuse sous-chondrale se situe entre l'os trabéculaire et la couche calcifiée du cartilage. Elle forme avec cette dernière la plaque ostéochondrale qui va être, au cours de l'arthrose, le siège de microfractures par défaut de calcification. La plaque ostéochondrale va par la suite subir un envahissement conjonctivo-vasculaire responsable d'une communication entre les deux structures qui la composent. Cela va avoir comme conséquence l'échange de médiateurs cellulaires (interleukine-6 notamment) entre ostéoblastes et chondrocytes, entraînant la dégradation du cartilage et la progression de l'arthrose¹⁴.

2. La gonarthrose

Les genoux sont l'une des principales localisations de l'arthrose, on parle alors de gonarthrose. Ses principaux facteurs de risque comportent l'hérédité¹⁵, le sexe¹⁶, le surpoids (et à fortiori l'obésité¹⁷) ainsi que l'âge¹⁶. Environ 13% des femmes et 10% des hommes de plus de 60 ans souffrent de gonarthrose symptomatique¹⁸. Ces valeurs sont croissantes du fait du vieillissement de la population générale et de l'augmentation dans cette dernière de la prévalence de l'obésité et du surpoids¹⁹. De ce fait, sa prise en charge est un enjeu majeur en matière de santé publique car ses conséquences socio-économiques sont considérables^{4,20}. Cela s'observe notamment par une augmentation du nombre d'hospitalisations, de consultations (et les actes associés), d'examens d'imagerie, d'arrêts de travail, d'actes chirurgicaux (pose de prothèses et leurs complications). Une prise en charge optimale incluant diagnostic précoce et traitement adapté est donc nécessaire dans le management d'une telle affection.

2.1. Diagnostic

Le diagnostic de gonarthrose repose sur l'examen clinique et la radiographie. Les critères de classification de l'American College of Rheumatology (ACR) sont une aide au diagnostic. Les signes cliniques comportent les gonalgies mécaniques, symptômes initiaux et prédominants. Il s'agit de douleurs des genoux apparaissant lors de l'usage articulaire et disparaissant lors de la mise au repos de cette articulation. Au moins un des critères suivants doit être également présent : âge supérieur à 50 ans, raideur matinale au lever inférieure à 30 minutes ou craquement

à la mobilisation. Le critère radiographique est indispensable, à savoir la présence d'ostéophytes en radiographie standard²¹.

2.2. Radiographie standard

Les radiographies standard en charge sont l'examen de référence dans l'analyse morphologique de la gonarthrose, offrant d'excellentes reproductibilité et disponibilité. Elles sont l'examen d'imagerie à réaliser en première intention face à des gonalgies, permettant, au travers de plusieurs incidences (face, profil, schuss et incidence fémoro-patellaire), la visualisation des anomalies structurales en lien avec la gonarthrose (ostéophytes, géodes, pincement de l'interligne articulaire, plages d'ostéocondensation sous-chondrale). Elles permettent également l'évaluation de la sévérité de cette affection via l'emploi de scores de sévérité, et notamment la classification de Kellgren & Lawrence. Il s'agit d'une classification en quatre stades²² :

- 0 : articulation normale
- I : arthrose douteuse, ostéophytes minimes ou très léger pincement
- II : arthrose modérée, ostéophytes ou pincement plus important
- III : arthrose importante, pincement de l'interligne et sclérose sous chondrale
- IV : arthrose très évoluée, pincement complet de l'interligne.

Cette sévérité radiographique peut être un critère supplémentaire (en sus de l'atteinte clinique et du retentissement fonctionnel sur la qualité de vie) pour porter l'indication à la réalisation d'une arthroplastie de genou²³. La principale limite de cet examen paraclinique est qu'il existe une dissociation entre l'intensité des signes cliniques et la sévérité de l'atteinte radiographique (dissociation radio-clinique) parfois importante²⁴.

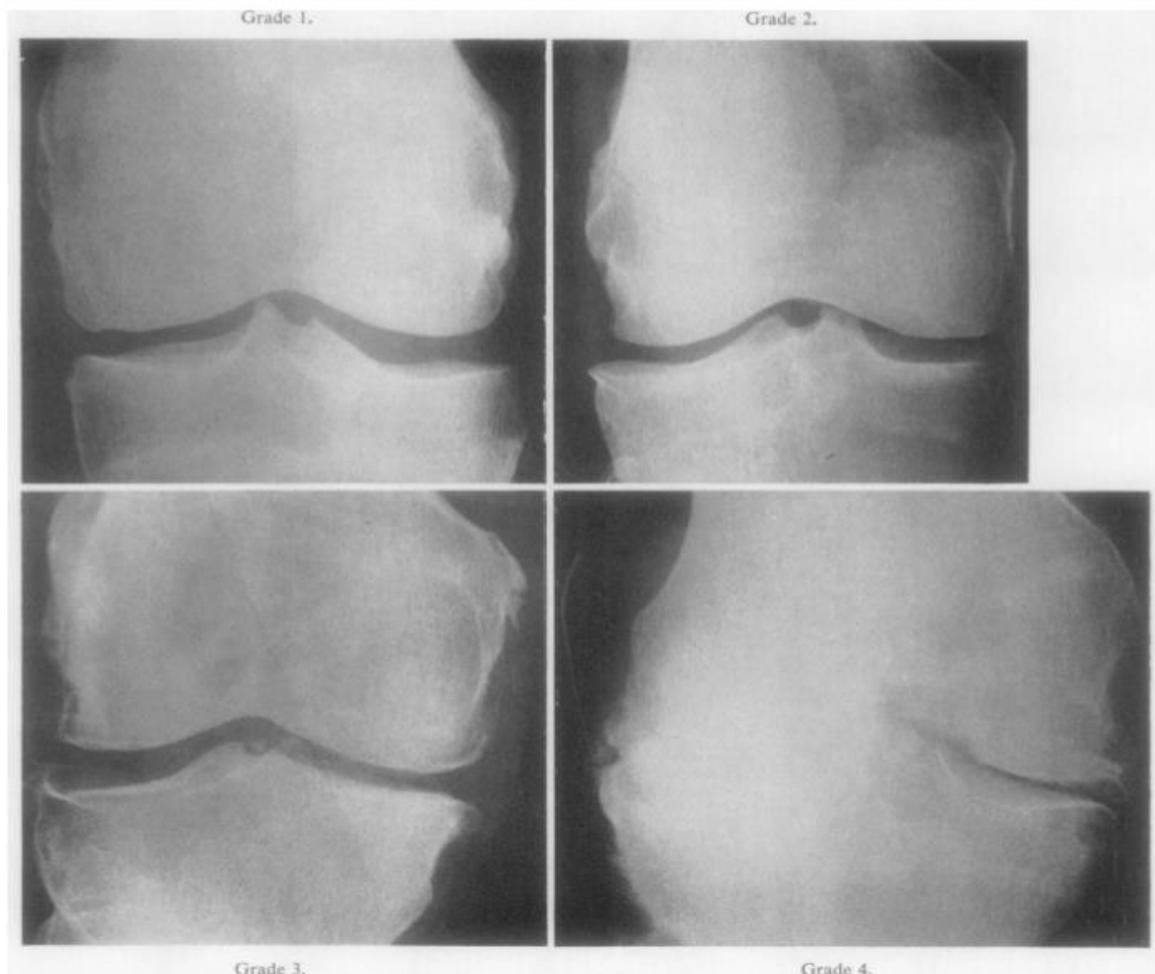


Figure 2 : Classification de Kellgren & Lawrence d'après Kellgren et al22. Les différents stades permettent d'objectiver la progression de la gonarthrose. Stade 1 (en haut à gauche) : ostéophyte de signification douteuse. Stade 2 (en haut à droite) ostéophyte net sans modification de l'interligne articulaire. Stade 3 (en bas à gauche) ostéophyte net et diminution de l'interligne articulaire. Stade 4 (en bas à droite) : pincement sévère de l'interligne articulaire et sclérose de l'os sous-chondral.

2.3. Imagerie par résonance magnétique (IRM)

Si les radiographies restent l'examen de référence dans la gonarthrose, l'IRM est généralement utilisée en pratique clinique lorsque ces dernières sont considérées comme normales. L'IRM permet de préciser l'intégrité des structures intra-articulaires (ménisques, pivot central) et abarticulaires (ligaments, tendons, enthèses) et rechercher d'éventuelles lésions osseuses habituellement objectivées dans l'arthrose. Examen d'apparition récente, plus coûteux et bien moins disponible que les radiographies, cette technique d'imagerie permet de détecter l'arthrose à un stade infra-radiologique²⁵ et de mettre en évidence les lésions ostéo-articulaires associées à l'arthrose, telles que les lésions de la moelle osseuse, les ostéophytes, les kystes, les épanchements articulaires, les synovites, les lésions méniscales,

tendinites et bursites. Certaines d'entre elles sont associées à la douleur (lésions de la moelle osseuse, synovite, épanchement) tandis que d'autres lésions semblent plus impliquées dans la chondrolyse (lésion focale du cartilage, lésions de la moelle osseuse, lésion méniscale, épanchement de synovite). L'IRM est la seule technique d'imagerie capable de préciser quelle structure articulaire est affectée au cours de la maladie (os, tissu synovial ou tissus abarticulaires)²⁶.

2.4. Echographie articulaire

Ses apports dans l'étude des pathologies articulaires, dont l'arthrose, sont considérables. En effet, l'échographie articulaire est un examen non invasif, non irradiant, immédiat, dynamique, peu coûteux et considéré comme un outil accessible et utile pour compléter un examen clinique et une évaluation structurale par radiographie²⁷. Elle permet la visualisation du cartilage hyalin des grosses articulations, des ostéophytes marginaux, mais aussi la visualisation d'épanchements synoviaux ou de kystes ou calcifications abarticulaires. Le mode B permet ainsi la détection de synovites infra-cliniques et le mode Doppler peut renseigner sur une hypervascularisation synoviale. L'échographie permet particulièrement dans la gonarthrose l'étude des éléments méniscaux, ligamentaires et tendineux.

Des études ont démontré son intérêt pour évaluer les signes de souffrance articulaire, tels qu'un épanchement du genou, une synovite ou des kystes synoviaux, ainsi que pour quantifier la sévérité de l'épanchement ou de la synovite dans la gonarthrose symptomatique²⁸. Par ailleurs, il a été montré que la présence d'épanchement articulaire, d'une synovite ou d'un kyste poplité était significativement associée à une arthrose symptomatique du genou^{29,30}. L'emploi de l'échographie articulaire dans la gonarthrose peut revêtir un intérêt pronostique puisque, chez un patient présentant une gonarthrose de grade radiographique de Kellgren & Lawrence (KL) ≥ 3 , la présence d'un épanchement échographique du genou est prédictive d'un remplacement articulaire³¹. L'échographie peut aussi être employée pour guider une ponction, a fortiori si l'examen clinique est peu contributif pour guider le geste. Elle revêt alors un caractère diagnostique si le but est l'analyse du liquide de ponction articulaire mais peut également revêtir un caractère thérapeutique lorsque le but de la ponction sous échographie est de soulager les douleurs associées à un

épanchement, voire de réaliser une infiltration de dérivés cortisonés pour accroître l'effet antalgique.

Pour autant, cet examen présente plusieurs limites : tout d'abord son caractère opérateur-dépendant³², ensuite une visualisation très partielle du cartilage (d'autant plus mauvaise que l'articulation étudiée est petite), enfin il ne permet pas la visualisation des modifications de l'os sous-chondral.

2.5. Qualité de vie et douleurs

Les affections chroniques sont une source d'altération de la qualité de vie et par conséquent d'anxiété et de dépression chez les patients qui en sont atteints^{33,34}. Or, l'arthrose de manière générale, et tout particulièrement la gonarthrose, sont source de douleurs ainsi que d'impotence fonctionnelle à l'origine d'une altération de la qualité de vie^{5,35}. La douleur est la principale cause d'impotence fonctionnelle dans l'arthrose³⁶. La gonarthrose est une cause majeure de limitation de la marche, particulièrement chez les femmes âgées. Ces troubles de la marche peuvent également s'expliquer par un déficit proprioceptif et une perte de force musculaire et se solder par des chutes, entraînant elles-mêmes leurs propres complications³⁷. Pour évaluer le retentissement fonctionnel ainsi que les douleurs ressenties par les patients, des questionnaires ont été créés tel que le Western Ontario and McMaster (WOMAC), index validé dans l'évaluation d'une arthrose symptomatique des membres inférieurs³⁸. Il existe deux systèmes de cotation des réponses aux questions : soit par l'échelle de Lickert avec 5 réponses possibles (nulle = 0 ; minime = 1 ; modérée = 2 ; sévère = 3 ; extrême = 4) soit par une échelle visuelle analogique (EVA) de 0 à 100 mm. Il est possible de calculer les scores dans chaque domaine (douleur, raideur, fonction) ou pour l'ensemble du WOMAC.

Question	Score
WOMAC DOMAINE DOULEUR : Quelle est l'importance de la douleur ?	
1. Lorsque vous marchez sur une surface plane ?	
2. Lorsque vous montez ou descendez les escaliers ?	
3. La nuit, lorsque vous êtes au lit ?	
4. Lorsque vous vous tenez debout ?	
WOMAC DOMAINE RAIDEUR	
1. Quelle est l'importance de la raideur de votre articulation lorsque vous vous levez le matin ?	
2. Quelle est l'importance de la raideur de votre articulation lorsque vous bougez après vous être assis, couché ou reposé durant la journée ?	
WOMAC DOMAINE FONCTION : Quelle est l'importance de la difficulté que vous éprouvez à :	
1. Descendre les escaliers ?	
2. Monter les escaliers ?	
3. Vous relever de la position assise ?	
4. Vous tenir debout ?	
5. Vous pencher en avant ?	
6. Marcher en terrain plat ?	
7. Entrer et sortir d'une voiture ?	
8. Faire vos courses ?	
9. Enfiler collants ou chaussettes ?	
10. Sortir du lit ?	
11. Enlever vos collants ou chaussettes ?	
12. Vous étendre sur le lit ?	
13. Entrer ou sortir d'une baignoire ?	
14. Vous asseoir ?	
15. Vous asseoir et relever des toilettes ?	
16. Faire le ménage « à fond » de votre domicile ?	
17. Faire l'entretien quotidien de votre domicile ?	
TOTAL	

Figure 3 : Questionnaire WOMAC, traduite d'après la version originale anglaise l'étude de Bellamy et al³⁸ et permettant l'étude de la douleur et du retentissement fonctionnel chez les patients souffrant d'arthrose des membres inférieurs. Le WOMAC Il existe 2 systèmes de cotation des réponses aux questions : soit l'échelle de Lickert avec 5 réponses possibles (nulle = 0 ; minime = 1 ; modérée = 2 ; sévère = 3 ; extrême = 4), soit une échelle visuelle analogique de 100 mm. Il est possible de calculer les scores dans chaque domaine ou pour l'ensemble du WOMAC

D'autres index, tel que l'indice algo-fonctionnel de Lequesne, peuvent être utilisés pour évaluer les mêmes paramètres cliniques³⁹.

3. Contrôle postural

3.1. Définitions et implications

Le contrôle postural est la capacité du corps à demeurer dans un alignement adéquat contre la gravité en station debout, ainsi qu'en mouvement lorsqu'il subit des changements de position et d'orientation dans son environnement. La posture est assurée par le tonus musculaire, lui-même sous la dépendance du système nerveux central. Ce dernier a un rôle de rétro-contrôle en ajustant le tonus musculaire en fonction des informations qu'il reçoit⁴⁰.

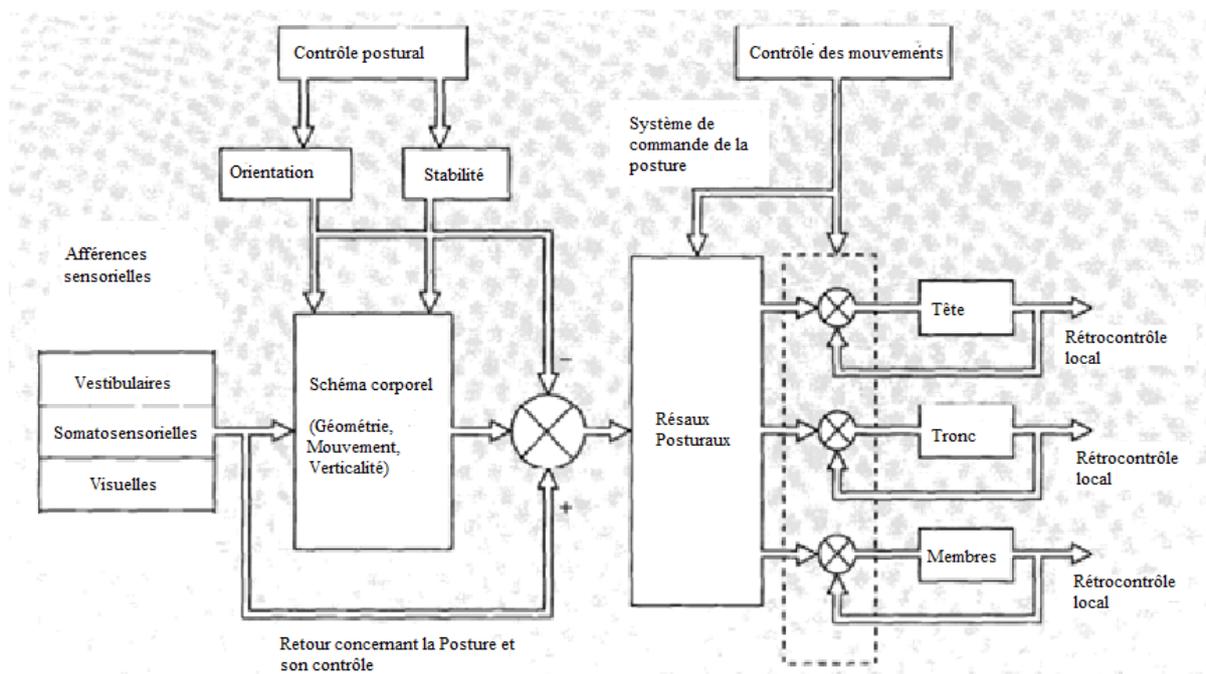


Figure 4 : Organisation du contrôle postural dans le système nerveux central, d'après Massion et al⁴⁰. L'organisation centrale du contrôle postural implique de nombreux éléments en interaction. D'abord, les afférences sensorielles (visuelles, vestibulaires, somatosensorielles) qui contribuent à l'orientation du corps dans son environnement et permettent la détection d'éventuelles incohérences entre la position calculée par un segment du corps et celle qu'il a réellement atteinte. Ensuite le « schéma corporel », offrant représentation interne au sujet de sa géométrie corporelle, de sa dynamique et de son orientation par rapport à l'axe vertical (gravité). Enfin le système de commande musculaire (tonus musculaire des différents segments corporels) permettant le maintien et l'ajustement de la posture, les mouvements étant organisés et ajustés en fonction du schéma corporel et selon des forces internes et externes (environnements) auxquelles est soumis le corps.

Les informations reçues par le système nerveux central (afférences) le renseignent sur son environnement, lui permettant de maintenir l'équilibre du corps lors de ces mouvements. Elles sont de trois types: visuelles, vestibulaires et somatosensorielles^{41,42}. Ces trois systèmes sont indispensables pour la réalisation d'un certain nombre d'activités humaines et préviennent le risque de chute⁴³.

Le vieillissement physiologique peut altérer les systèmes d'afférence impliqués dans le contrôle postural, c'est notamment le cas pour le système vestibulaire^{44,45}. La détérioration du système somatosensoriel s'accroît aussi avec le vieillissement⁴⁶. Il en va de même pour la vision⁴⁷. L'altération de tout ou partie des composants du contrôle postural est donc responsable de troubles de l'équilibre, a fortiori chez les sujets âgés. C'est principalement sur la vision que ces derniers comptent pour maintenir leur équilibre⁴⁸.

De la même manière, l'altération des efférences motrices (particulièrement aux membres inférieurs) va être responsable d'une instabilité posturale et se traduire par un risque accru de chute chez les sujets âgés⁴⁹.

La prévalence des troubles du contrôle postural est plus importante chez les patients souffrant de gonarthrose⁵⁰. La prévalence de la gonarthrose augmentant elle aussi avec l'âge, il n'est pas aisé de distinguer la part des troubles posturaux associés à cette pathologie de ceux associés au vieillissement des systèmes impliqués dans l'équilibre⁵¹. En plus des facteurs déjà cités, certains facteurs plus spécifiques semblent influencer le contrôle postural chez les patients souffrant de gonarthrose, telle qu'une perte de force quadricipitale pouvant aller de 10 à 60%⁵²⁻⁵⁴. La douleur est également associée à un moins bon contrôle postural dans la gonarthrose.

Ainsi, chez le sujet âgé, les troubles de la posture et de l'équilibre sont bien souvent dus à l'atteinte concomitante de plusieurs systèmes, pouvant concerner aussi bien les afférences sensorielles (atteinte labyrinthique, baisse de la vision, troubles de la sensibilité) que les efférences motrices et ostéoarticulaires (amyotrophie, perte de force musculaire, dégradation ostéoarticulaire). Toutes ces altérations majorent le risque de chute chez le sujet âgé de manière générale⁵⁵ et plus particulièrement ceux souffrant de gonarthrose⁵⁶⁻⁵⁸.

3.2. Techniques d'évaluation du contrôle postural : Posturographie

Les données posturographiques nécessitent un système de mesure composé d'une plateforme reliée à un ordinateur. Le patient se tient debout sur la plateforme et peut se voir appliquer différents stimuli visant à à modifier son rapport à l'environnement (modification du support, port de lunettes de réalité virtuelle). En utilisant ce système, il est possible de mesurer les données relatives à l'adaptation du patient (ou son absence d'adaptation) vis-à-vis du changement de milieu. Les informations mesurées sont multiples et peuvent concerner: la vitesse de balancement du centre de gravité (COG) ou du centre de pression des pieds selon les plateformes.

Particulièrement, les informations ainsi prélevées permettent de quantifier les déplacements antéro-postérieurs (sur un axe Y) et latéraux (sur un axe X). L'origine du centre de pression des pieds sur la plateforme se trouve en 0. Une valeur positive de Y en millimètres (mm) traduisant le déplacement vers l'avant du centre de pression des pieds et une valeur négative traduisant le déplacement vers l'arrière de ce dernier. Concernant l'axe X, des valeurs positives de X (en mm) traduisent le déplacement du centre de pression des pieds vers la droite, des valeurs négatives traduisent un déplacement vers la gauche.

Il est aussi possible de quantifier la longueur (en mm) parcourue, correspondant au trajet du centre de pression des pieds du sujet et donc à l'énergie dépensée par ce dernier lorsqu'il cherche à se stabiliser : plus elle est importante et plus le sujet utilise d'énergie pour garder son équilibre. La surface (en mm²) couverte, est en relation avec la précision du sujet dans le maintien de son équilibre. Plus la surface est faible et plus la précision est importante ; inversement plus la surface est importante et moins la précision est grande^{59,60}.

4. Bibliographie

1. Hunter DJ. Viscosupplementation for osteoarthritis of the knee. *N Engl J Med.* 2015; 372(11):1040-7.
2. Kraus VB, Blanco FJ, Englund M, Karsdal MA, Lohmander LS. Call for standardized definitions of osteoarthritis and risk stratification for clinical trials and clinical use. *Osteoarthr Cartil.* 2015; 23(8):1233-41.
3. Bijlsma JW, Berenbaum F, Lafeber FP. Osteoarthritis: an update with relevance for clinical practice. *Lancet.* 2011; 377(9783):2115-26.
4. Salmon JH, Rat AC, Achit H, Ngueyon-Sime W, Gard C, Guillemin F et al. Health resource use and costs of symptomatic knee and/or hip osteoarthritis. *Osteoarthr Cartil.* 2019; (7):1011-7.
5. Woolf AD, Pfleger B. Burden of major musculoskeletal conditions. *Bull World Health Organ.* 2003; 81(9):646-56.
6. Wittenauer R, Smith L, Aden K. Background Paper 6.12 Osteoarthritis. *Background Paper.* 2004; 31.
7. Cross M, Smith E, Hoy D, Nolte S, Ackerman I, Fransen M, et al. The global burden of hip and knee osteoarthritis: estimates from the global burden of disease 2010 study. *Ann Rheum Dis.* 2014; 73(7):1323-30.
8. Heidari B. Knee osteoarthritis prevalence, risk factors, pathogenesis and features: Part I. *Caspian J Intern Med.* 2011; 2(2):205-12.
9. Aigner T, Dudhia J. Phenotypic modulation of chondrocytes as a potential therapeutic target in osteoarthritis: a hypothesis. *Ann Rheum Dis.* 1997; 56(5):287-91.
10. Henrotin Y, Kurz B, Aigner T. Oxygen and reactive oxygen species in cartilage degradation: friends or foes? *Osteoarthr Cartil.* 2005; 13(8):643-54.
11. Sellam J, Berenbaum F. The role of synovitis in pathophysiology and clinical symptoms of osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol.* 2010; 6(11):625-35.

12. Sanchez C, Gabay O, Salvat C, Henrotin YE, Berenbaum F. Mechanical loading highly increases IL-6 production and decreases OPG expression by osteoblasts. *Osteoarthr Cartil.* 2009; 17(4):473-81.
13. Pesesse L, Sanchez C, Henrotin Y. Osteochondral plate angiogenesis: a new treatment target in osteoarthritis. *Joint Bone Spine.* 2011; 78(2):144-9.
14. Sanchez C, Deberg MA, Piccardi N, Msika P, Reginster JY, Henrotin YE. Osteoblasts from the sclerotic subchondral bone downregulate aggrecan but upregulate metalloproteinases expression by chondrocytes. This effect is mimicked by interleukin-6, -1beta and oncostatin M pre-treated non-sclerotic osteoblasts. *Osteoarthr Cartil.* 2005; 13(11):979-87.
15. Spector TD, Cicuttini F, Baker J, Loughlin J, Hart D. Genetic influences on osteoarthritis in women: a twin study. *BMJ.* 1996; 312(7036):940-3.
16. Felson DT. Epidemiology of hip and knee osteoarthritis. *Epidemiol Rev.* 1988; 10:1-28.
17. Hartz AJ, Fischer ME, Bril G, Kelber S, Rupley D Jr, Oken B, Rimm AA. The association of obesity with joint pain and osteoarthritis in the HANES data. *J Chronic Dis.* 1986; 39(4):311-9.
18. Heidari B. Knee osteoarthritis prevalence, risk factors, pathogenesis and features: Part I. *Caspian J Intern Med.* 2011; 2(2):205-12.
19. Zhang Y, Jordan JM. Epidemiology of osteoarthritis. *Clin Geriatr Med.* 2010; 26(3):355-69.
20. Le Pen C, Reygrobelle C, Gérentes I. Financial cost of osteoarthritis in France. The "COART" France study. *Joint Bone Spine.* 2005; 72(6):567-70.
21. Altman R, Asch E, Bloch D, Bole G, Borenstein D, Brandt K et al. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. Diagnostic and Therapeutic Criteria Committee of the American Rheumatism Association. *Arthritis Rheum.* 1986; 29(8):1039-49.

22. Kellegren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthrosis. *Ann Rheum Dis.* 1957; 16(4):494-502.
23. Kim RH, Springer BD, Douglas D. Knee reconstruction and replacement. *Orthopaedic Knowledge Update. J Am Acad Orthop Surg.* 2011; 469-475.
24. Talic-Tanovic A, Hadziahmetovic Z, Madjar-Simic I, Papovic A. Comparison of Clinical and Radiological Parameters at Knee Osteoarthritis. *Med Arch.* 2017; 71(1):48-51.
25. Jones G, Ding C, Scott F, Glisson M, Cicuttini F. Early radiographic osteoarthritis is associated with substantial changes in cartilage volume and tibial bone surface area in both males and females. *Osteoarthr Cartil.* 2004; 12(2):169-74.
26. Loeuille D. When Should MRI for Knee or Hip Osteoarthritis Should Be Performed ? *Rev Prat.* 2012; 62(5):625-9.
27. Chan KK, Sit RW, Wu RW, Ngai AH. Clinical, radiological and ultrasonographic findings related to knee pain in osteoarthritis. *PLoS One.* 2014 ; 27;9(3):e92901.
28. Eşen S, Akarırmak U, Aydın FY, Unalan H. Clinical evaluation during the acute exacerbation of knee osteoarthritis: the impact of diagnostic ultrasonography. *Rheumatol Int.* 2013; 33(3):711-7.
29. Ward EE, Jacobson JA, Fessell DP, Hayes CW, van Holsbeeck M. Sonographic detection of Baker's cysts: comparison with MR imaging. *AJR Am J Roentgenol.* 2001; 176(2):373-80.
30. Iagnocco A, Meenagh G, Riente L, Filippucci E, Delle Sedie A, Scirè CA et al. Ultrasound imaging for the rheumatologist XXIX. Sonographic assessment of the knee in patients with osteoarthritis. *Clin Exp Rheumatol.* 2010; 28(5):643-6.

31. Conaghan PG, D'Agostino MA, Le Bars M, Baron G, Schmidely N, Wakefield R et al. Clinical and ultrasonographic predictors of joint replacement for knee osteoarthritis: results from a large, 3-year, prospective EULAR study. *Ann Rheum Dis.* 2010; 69(4):644-7.
32. Möller I, Bong D, Naredo E, Filippucci E, Carrasco I, Moragues C et al. Ultrasound in the study and monitoring of osteoarthritis. *Osteoarthr Cartil.* 2008;16 Suppl 3:S4-7.
33. Berkman LF, Berkman CS, Kasl S, Freeman DH Jr, Leo L, Ostfeld AM et al. Depressive symptoms in relation to physical health and functioning in the elderly. *Am J Epidemiol.* 1986; 124(3):372-88.
34. Williamson GM, Schulz R. Physical illness and symptoms of depression among elderly outpatients. *Psychol Aging.* 1992; 7(3):343-51.
35. Guillemin F, Rat AC, Roux CH, Fautrel B, Mazieres B, Chevalier X et al. KHOALA cohort study. The KHOALA cohort of knee and hip osteoarthritis in France. *Joint Bone Spine.* 2012; 79(6):597-603.
36. Van Baar ME, Dekker J, Lemmens JA, Oostendorp RA, Bijlsma JW. Pain and disability in patients with osteoarthritis of hip or knee: the relationship with articular, kinesiological, and psychological characteristics. *J Rheumatol.* 1998; 25(1):125-33.
37. Hassan BS, Mockett S, Doherty M. Static postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects. *Ann Rheum Dis.* 2001; 60(6):612-8.
38. Bellamy N, Buchanan WW, Goldsmith CH, Campbell J, Stitt LW. Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol.* 1988; 15(12):1833-40.
39. Lequesne MG, Mery C, Samson M, Gerard P. Indexes of severity for osteoarthritis of the hip and knee. Validation--value in comparison with other assessment tests. *Scand J Rheumatol Suppl.* 1987; 65:85-9.

40. Massion J. Postural control system. *Curr Opin Neurobiol.* 1994; 4(6):877-87.
41. Kim HS, Yun DH, Yoo SD, Kim DH, Jeong YS, Yun JS et al. Balance control and knee osteoarthritis severity. *Ann Rehabil Med.* 2011; 35(5):701-9.
42. Sturnieks DL, St George R, Lord SR. Balance disorders in the elderly. *Neurophysiol Clin.* 2008; 38(6):467-78.
43. Sibley KM, Straus SE, Inness EL, Salbach NM, Jaglal SB. Clinical balance assessment: perceptions of commonly-used standardized measures and current practices among physiotherapists in Ontario, Canada. *Implement Sci.* 2013; 8:33.
44. Matheson AJ, Darlington CL, Smith PF. Further evidence for age-related deficits in human postural function. *J Vestib Res.* 1999; 9(4):261-4.
45. Norré ME, Forrez G, Beckers A. Vestibular dysfunction causing instability in aged patients. *Acta Otolaryngol.* 1987; 104(1-2):50-5.
46. Shaffer SW, Harrison AL. Aging of the somatosensory system: a translational perspective. *Phys Ther.* 2007; 87(2):193-207.
47. Teasdale N, Stelmach GE, Breunig A. Postural sway characteristics of the elderly under normal and altered visual and support surface conditions. *J Gerontol.* 1991; 46(6):238-44.
48. Sundermier L, Woollacott MH, Jensen JL, Moore S. Postural sensitivity to visual flow in aging adults with and without balance problems. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1996; 51(2):45-52.
49. Lord SR, Clark RD, Webster IW. Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *J Gerontol.* 1991; 46(3):69-76.
50. Sharma L. Proprioceptive impairment in knee osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am.* 1999; 25(2):299-314.

51. Takacs J, Carpenter MG, Garland SJ, Hunt MA. The role of neuromuscular changes in aging and knee osteoarthritis on dynamic postural control. *Aging Dis.* 2013; 4(2):84-99.
52. Hortobágyi T, Garry J, Holbert D, Devita P. Aberrations in the control of quadriceps muscle force in patients with knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum.* 2004; 51(4):562-9.
53. Lim KB, Lee HJ. Computerized posturographic measurement in elderly women with unilateral knee osteoarthritis. *Ann Rehabil Med.* 2012; 36(5):618-26.
54. Kim HS, Yun DH, Yoo SD, Kim DH, Jeong YS, Yun JS et al. Balance control and knee osteoarthritis severity. *Ann Rehabil Med.* 2011; 35(5):701-9.
55. Fernie GR, Gryfe CI, Holliday PJ, Llewellyn A. The relationship of postural sway in standing to the incidence of falls in geriatric subjects. *Age Ageing.* 1982; 11(1):11-6.
56. Mat S, Ng CT, Tan MP. Influence of hip and knee osteoarthritis on dynamic postural control parameters among older fallers. *J Rehabil Med.* 2017; 49(3):258-263.
57. Whipple RH, Wolfson LI, Amerman PM. The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: an isokinetic study. *J Am Geriatr Soc.* 1987; 35(1):13-20.
58. Pandya NK, Draganich LF, Mauer A, Piotrowski GA, Pottenger L. Osteoarthritis of the knees increases the propensity to trip on an obstacle. *Clin Orthop Relat Res.* 2005; (431):150-6.
59. Perrin PP, Gauchard GC, Perrot C, Jeandel C. Effects of physical and sporting activities on balance control in elderly people. *Br J Sports Med.* 1999; 33(2):121-6.
60. Tarantola J, Nardone A, Tacchini E, Schieppati M. Human stance stability improves with the repetition of the task: effect of foot position and visual condition. *Neurosci Lett.* 1997; 228(2):75-8.

Deuxième partie : Etude Clinique

Déterminants du contrôle postural dans la gonarthrose symptomatique

Groizard P1, Peultier-Celli L2 , Ngyeon Willy³, Loeuille D1,4, Guillemin F3, Perrin Ph2, Chary-Valckenaere I1,4

¹ Rheumatology Department, Nancy University Hospital, 54511 Vandoeuvre-Lès-Nancy cedex, France

² LAPEM, Nancy University Hospital, 54511 Vandoeuvre-Lès-Nancy cedex, France

³ Epidémiologie et évaluation, University of Lorraine, Vandoeuvre-Lès-Nancy cedex, France

⁴ ImoPA, University of Lorraine, Vandoeuvre-Lès-Nancy cedex, France

Résumé

Objectif : évaluer l'impact des facteurs cliniques, échographiques et radiographiques sur le contrôle postural chez les patients souffrant de gonarthrose.

Méthode : deux cent quarante et un patients souffrant de gonarthrose symptomatique ont été inclus. Les informations recueillies concernent les paramètres cliniques (âge, sexe, côté le plus atteint), radiographiques (évaluation de la sévérité selon la classification Kellgren & Lawrence), échographiques (évaluation selon l'OMERACT, avec recherche d'un épanchement, d'une synovite, d'une activité au Doppler couleur et présence d'un kyste poplité selon une grille de lecture prédéfinie). Les mesures posturographiques ont été réalisées en position debout sur une plateforme dédiée selon différentes conditions altérant la vision et/ou la proprioception. Le Composite Equilibrium Score est défini comme la somme des scores obtenus dans chaque condition, divisé par le nombre total de conditions.

Résultats : une association entre sexe masculin et un mauvais contrôle postural est observée pour le CES surface ($p=0,019$), le CES longueur ($p=0,004$) et le Y moyen ($p=0,002$). L'âge est associé avec un mauvais contrôle postural concernant le CES longueur ($p=0,0001$). La sévérité radiographique est associée avec un mauvais contrôle postural pour le Y moyen ($p=0,021$). Les autres paramètres, notamment l'évaluation échographique, ne sont pas significativement associés avec des anomalies posturales. Le côté (le plus) douloureux est associé à X moyen dans toutes les conditions d'examen posturographique, avec une déviation statistiquement significative vers le côté controlatéral à la gonarthrose ($p < 0,0001$).

Conclusion : Chez les patients souffrant de gonarthrose symptomatique, l'âge, le sexe masculin et la sévérité radiographique sont associés à des altérations du contrôle postural. En revanche, les paramètres d'activité clinique et échographiques ne semblent pas altérer le contrôle postural.

Mots clefs : gonarthrose, contrôle postural, échographie, radiographie standard

Introduction

L'arthrose est l'affection rhumatologique la plus fréquente¹, elle affecte 9.6% des hommes et 18% des femmes de plus de 60 ans² et l'Organisation mondiale de la santé (OMS) estime, qu'en 2050, près de 130 millions de personnes dans le monde en seront atteintes³. Il s'agit par ailleurs d'une cause majeure de handicap du fait des douleurs et de l'impotence fonctionnelle qu'elle entraîne, tout particulièrement chez les sujets âgés⁴. Environ 13% des femmes et 10% des hommes de plus de 60 ans souffrent en effet de gonarthrose symptomatique⁴. Ces valeurs sont en augmentation croissante du fait du vieillissement de la population générale et de l'augmentation de la prévalence de l'obésité et du surpoids, facteurs de risque de gonarthrose⁵. De ce fait, sa prise en charge est un enjeu majeur en matière de santé publique car ses conséquences socio-économiques sont considérables^{1,6}.

Le diagnostic de gonarthrose peut être évoqué selon les critères de l'American College of Rheumatology (ACR) devant l'association de signes cliniques (gonalgies associées à au moins un des critères suivants : âge supérieur à 50 ans, raideur matinale inférieure à 30 minutes, craquement à la mobilisation) et radiographiques (ostéophytes en radiographie standard)⁷. Elle est source de douleurs et d'impotence fonctionnelle à l'origine d'une altération de la qualité de vie des patients^{2,8}. En pratique, l'origine de ces douleurs n'est pas toujours clairement établie. Il existe ainsi une dissociation entre l'intensité des signes cliniques et la sévérité de l'atteinte radiographique (dissociation radio-clinique)⁹. En IRM, la synovite, l'épanchement et l'œdème osseux ont été associés à la douleur et au retentissement fonctionnel¹⁰. L'examen échographique du genou peut apporter une aide au suivi clinique de la gonarthrose, permettant plus facilement la détection d'un épanchement passé inaperçu¹¹.

Dans la gonarthrose, la prévalence des troubles du contrôle postural augmente avec l'âge¹². Certains facteurs semblent influencer ces troubles chez les patients souffrant de gonarthrose symptomatique, tels qu'une perte de force quadricipitale ou une atteinte de la proprioception¹³⁻¹⁵. La douleur est également associée à un moins bon contrôle postural dans la gonarthrose¹⁶. Les altérations du contrôle postural sont associées à un risque accru de chute chez le sujet âgé de

manière générale¹⁷ et plus particulièrement chez ceux souffrant de gonarthrose¹⁸⁻²⁰.

A notre connaissance, Il n'existe pas de donnée dans la littérature sur l'influence de l'activité ou de la sévérité clinique, radiographique et échographique de la gonarthrose sur le contrôle postural des sujets atteints. Le but de cette étude est d'évaluer l'impact de ces facteurs sur le contrôle postural de patients souffrant de gonarthrose symptomatique.

Patients et méthodes

Il s'agit d'une étude monocentrique transversale, réalisée au Centre Hospitalo-Universitaire de Nancy, France, approuvée par le comité d'éthique (CPP Est III (N°: 2011-A01319-32; N° CPP: 11.12.02).

Patients

Cette étude porte sur 241 sujets. Les sujets recrutés étaient originaires de la région Lorraine (France). Ils ont été recrutés localement par voie de presse et campagne d'information auprès des médecins généralistes, rhumatologues, pharmaciens et autres professionnels de santé. Pour être inclus, ils devaient respecter les critères d'inclusion suivants:

- gonarthrose uni ou bilatérale avec une douleur > 30 mm sur une échelle visuelle analogique (EVA) allant de 0 (pas de douleur) à 100 (douleur maximale imaginable)
- remplissant les critères de classification de gonarthrose établis par l'American College of Rheumatology⁷
- stade radiographique de gonarthrose supérieur ou égal à 2 selon la classification de Kellgren et Lawrence (KL)²¹
- consentement écrit à l'étude.

Étaient considérés comme critères de non inclusion: gonarthrose fémoro-patellaire isolée, pose d'une prothèse de genou programmée dans l'année, autre affection musculosquelettique pouvant interférer dans l'évaluation (rhumatisme inflammatoire, lomboradiculalgies invalidantes), comorbidités limitant le consentement et/ou suivi (syndrome dépressif, psychose), modifications récentes de traitement de la gonarthrose (massages, physiothérapie, acupuncture depuis moins d'un mois, changement d'AINS depuis moins de 5 jours, changement d'antalgique depuis moins de 24 heures, modification du traitement anti-arthrosique depuis moins de trois mois), infiltration intra-articulaire du genou cible moins de 3 mois auparavant pour une viscosupplémentation et moins d'un mois auparavant pour une infiltration de dérivés cortisonés, prise en charge rééducative débutée depuis moins d'un mois.

Tous les patients inclus ont bénéficié d'examens clinique, radiographique, échographique et posturographique standardisés selon un protocole prédéfini. Les données cliniques suivantes ont été collectées par un médecin au cours d'une consultation dédiée à l'inclusion : âge, sexe, taille, poids, indice de masse corporelle (IMC), index de comorbidités de Groll²², durée d'évolution des symptômes, intensité des douleurs sur échelle visuelle analogique (EVA), présence d'un épanchement clinique du genou. Les auto-questionnaires (WOMAC douleur et fonction)²³ étaient remplis par les patients au cours de la consultation.

L'évaluation radiographique a été réalisée sur des radiographies datant de moins de 6 mois avec clichés de face en charge selon une incidence antéro-postérieure. La sévérité de l'atteinte structurale a été déterminée par le médecin investigateur lors de la visite d'inclusion et selon la classification de Kellgren & Lawrence (KL)²¹. Un stade KL \geq 3 était considéré comme une atteinte sévère.

L'évaluation échographique du genou cible a été réalisée lors de la visite d'inclusion par un rhumatologue expérimenté (au moins deux années d'expérience) et en accord les définitions de l'Outcome Measures in Rheumatoid Arthritis Clinical Trials (OMERACT)²⁴ en mode B et mode Doppler puissance (ESAOTE My Lab 70, sonde multi-fréquence 5-14mHz) par quatre rhumatologues ayant au moins deux années d'expérience en échographie musculo-squelettique et en aveugle des données cliniques et radiographiques. La recherche d'épanchement, de synovite et de kyste poplité a été réalisée selon une grille de lecture prédéfinie. Le score échographique composite d'inflammation a été calculé, prenant en compte, pour chaque rampe sous quadricipitale (latérale, médiane et médiale), la présence d'un épanchement (score de 0 à 2 ; 0 = épanchement < 4mm, 1 = épanchement mesurant entre 4 et 10 mm, 2= épanchement > 10 mm), la présence de synovites en mode B (score de 0 à 6 (0 = normal, 1 = synovite apparaissant comme un épaississement diffus de la membrane synoviale sans aspect nodulaire, 2 = aspect nodulaire), la présence de synovites en mode DP (score de 0 à 9: (0= normal, 1 = présence de 1 ou 2 spots inflammatoires, 2 = inflammation recouvrant <50% de la synoviale, 3 =inflammation recouvrant >50% de la synoviale) et la présence d'un kyste poplité (score 0 à 1 : 0 =absent, 1 =présent). Le score échographique varie de 0 à 22.

Posturographie

Tous les participants ont été évalués dans une salle dédiée à l'analyse posturographique sur le site du Grand Nancy Thermal. Tous les sujets devaient se tenir sur la même plateforme (Medicapteurs, Balma, France). La plateforme renseignait le déplacement du centre de pression de pieds dans un espace à deux dimensions selon l'axe antéro-postérieur Y (ordonnées) et l'axe latéral X (abscisses) (figure 1).

Il a été demandé aux patients de se tenir debout sur la plateforme, pieds en abduction 30°, talons séparés de 3cm, en restant aussi stable que possible et en respirant normalement, les bras le long du corps. Les informations collectées par la plateforme étaient ensuite enregistrées sur ordinateur pour analyse digitale²⁵.

Les paramètres posturographiques mesurés sont les suivants :

Les déplacements antéro-postérieurs (axe Y) et latéraux (axe X). L'origine du centre de pression des pieds sur la plateforme se trouve en 0. Une valeur positive de Y (en mm) traduisant le déplacement vers l'avant du centre de pression des pieds et une valeur négative traduisant le déplacement vers l'arrière de ce dernier. Concernant l'axe X, des valeurs positives de X (en mm) sur cet axe traduisent le déplacement du centre de pression des pieds vers la droite, des valeurs négatives traduisent un déplacement vers la gauche.

La longueur (en mm) parcourue, correspondant au trajet du centre de pression des pieds du sujet et donc à l'énergie dépensée par ce dernier lorsqu'il cherche à se stabiliser : plus elle est importante et plus le sujet utilise d'énergie pour garder son équilibre.

La surface (en mm²) couverte, en relation avec la précision du sujet dans le maintien de son équilibre. Plus la surface est faible et plus la précision est importante ; inversement plus la surface est importante et moins la précision est grande.

Dans le but d'évaluer la capacité des sujets de l'étude à ajuster leur posture en fonction des changements des contraintes externes (support) ou internes (altération de la vision, fermeture des yeux), le Composite Equilibrium Score (CES) a

été créé et calculé comme la somme des scores obtenus dans chaque condition, divisée par le nombre de conditions^{26,27}.

Tableau 1 : Composants du score composite d'équilibre selon les conditions d'évaluation du contrôle postural

	Situation	Conséquences sensorielles
Condition 1 (C1)	Yeux ouverts	-
Condition 2 (C2)	Yeux fermés	Yeux fermés
Condition 3 (C3)	Vision altérée (lunettes de réalité virtuelle), support rigide	Vision perturbée
Condition 4 (C4)	Yeux ouverts, support mousse	Proprioception perturbée
Condition 5 (C5)	Yeux fermés, support mousse	Proprioception perturbée et yeux fermés
Condition 6 (C6)	Vision altérée (lunettes de réalité virtuelle), support mousse	Vision et proprioception perturbées

Analyses statistiques

Pour l'analyse descriptive des caractéristiques cliniques, radiographiques et échographiques des patients qui a été réalisée, les variables quantitatives ont été présentées en moyenne et écart-type si distribution normale ou en médiane et écart interquartile dans le cas contraire. Les variables qualitatives ont été présentées en effectif et pourcentage. Une analyse stratifiée en deux groupes (genou gauche et genou droit) a été réalisée.

Pour les variables quantitatives, un test paramétrique de Student a été utilisé en cas de normalité et égalité des variances, pour comparer deux moyennes issues des deux groupes d'échantillons indépendants, et un test non-paramétrique de Mann & Whitney en cas de non normalité ou hétéroscédasticité.

Pour les variables qualitatives, un test du Chi-deux d'indépendance a été utilisé si l'effectif théorique de chaque cellule était supérieur ou égal à 5, ou le test Exact de Fisher dans le cas contraire.

L'analyse univariée a été réalisée pour préciser la relation qui existe entre les différentes variables. Comme plusieurs des variables sont susceptibles de s'influencer entre elles et induire un biais de confusion, une analyse multivariée a ensuite été réalisée en utilisant un modèle de régression linéaire pour identifier le plus précisément possible les facteurs associés à une altération du contrôle postural.

Une valeur de « p » inférieure à la valeur seuil de 5% a été retenue comme statistiquement significative pour les différents tests réalisés.

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel SAS 9.4 (SAS Institute Inc, Cary, NC, USA).

Résultats

Les caractéristiques des patients sont résumées dans le tableau 2. La population étudiée comporte 241 patients dont une majorité de femmes (66%), d'âge moyen 64,8 ans (+/- 8,8 ans). L'IMC moyen est de (30 +/-5,9), traduisant une obésité chez la plupart des patients. Le côté le plus souvent atteint est le genou droit (58,9%). Plus de la moitié des patients présente une gonarthrose structurale sévère (KL > = 3 chez 141 patients (59%). Un épanchement clinique est détecté chez 71 patients (29,6%), contre 158 en échographie, (60,8%). Le score d'inflammation échographique moyen est 3,6 +/- 3,4.

Tableau 2 : Caractéristiques des patients

		N	%	Moyenne	DS
Age (années)				64,8	8,8
Sexe	Femme	159	66		
IMC (kg/m ²)				30,0	5,9
Durée d'évolution des symptômes (années)				9,0	8,5
Index de comorbidité de Groll				2,5	1,2
Côté atteint	Droit	142	58,9		
Épanchement clinique		71	29,6		
EVA douleur (0-100)				49,9	19,2
WOMAC	Douleur (0-100)			45,3	16,0
	Fonction (0-100)			41,4	16,5
Radiographie (KL)	Modérée (< 3)	98	41		
	Sévère (> = 3)	141	59		
Score échographique	Score [0 ; 22]			3,6	3,4
Epanchement échographique		150	60,8		
Composite equilibrium score	Surface (mm ²)			354,7	254,2
	Longueur (mm)			514,5	286,2
	X moyen droit			-2,2	7,4
	X moyen gauche			3,4	8,0
	Y moyen (mm)			-33,3	1,9

N= nombre ; DS=Déviati on Standard ; EVA = échelle visuelle analogique ; WOMAC= Western Ontario and McMaster ; KL= Kellgren & Lawrence

Les données posturographiques des patients sont résumées dans le tableau 2 et un exemple est présenté figure 1.

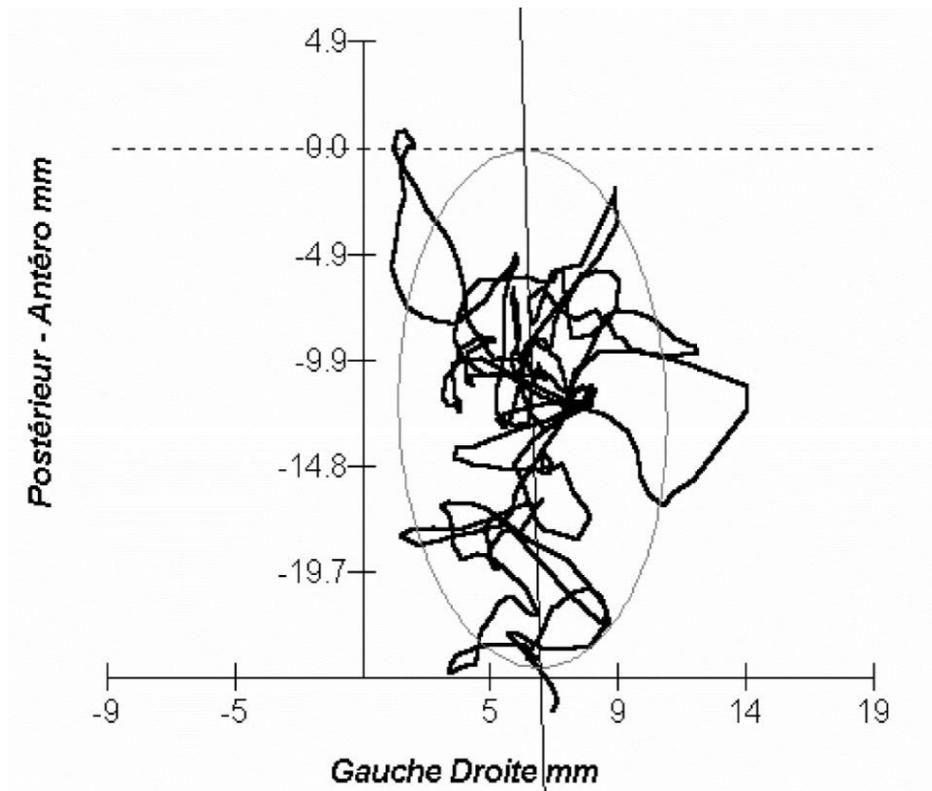


Figure 1 : Données posturographiques d'un sujet de l'étude (Medicaptureurs, Balma, France). Ici le trait gras représente le déplacement du centre de pression des pieds du sujet (longueur). Il est constaté une déviation du centre de pression des pieds vers l'arrière (valeurs négatives sur l'axe Y antéro-postérieur). Il est également observé une déviation du centre de pression des pieds vers la droite (valeurs positive de X sur l'axe gauche-droite). L'ellipse (trait fin) représente la surface couverte par le sujet durant l'étude.

En analyse univariée, le sexe, la douleur (EVA douleur et WOMAC douleur) sont corrélés au CES surface. Le sexe, l'âge et le stade radiographique sont corrélés au CES longueur.

Plusieurs de ces facteurs étant toutefois également corrélés entre eux ou avec d'autres données : le grade radiographique est associé à l'âge (coefficient de corrélation ($r = 0,19$ avec $p = 0,0028$), mais aussi au score échographique ($r = 0,23$ avec $p = 0,0002$) et à la douleur ($r = 0,197$ avec $p = 0,0022$), une analyse multivariée a été réalisée pour limiter de potentiels biais de confusion (tableau 3).

Tableau 3 : Facteurs associés au contrôle postural

Tableau 3 : Facteurs associés au contrôle postural								
CES	Surface		Longueur		X moyen (mm)		Y Moyen (mm)	
	β	p	β	p	β	p	β	p
	R ² = 0,08		R ² = 0,14		R ² = 0,21		R ² = 0,09	
Age (années)	3,04	0,149	8,54	0,0001	0,04	0,449	-0,01	0,953
Femme	-87,62	0,019	-110,17	0,004	1,86	0,049	5,35	0,002
Indice de masse corporelle (kg/m ²)	2,12	0,550	4,79	0,193	-0,16	0,047	-0,13	0,440
Durée d'évolution (années)	-1,39	0,610	0,62	0,825	0,05	0,502	0,08	0,522
Index de comorbidités de Groll	-9,02	0,557	-6,65	0,675	0,31	0,383	-0,75	0,293
Côté le plus affecté (droit)	NA	NA	NA	NA	-2,46	0,007	NA	NA
Epanchement clinique	-33,89	0,415	4,74	0,912	0,04	0,969	1,27	0,511
EVA douleur [0-100] (mm)	0,93	0,384	0,28	0,797	-0,02	0,499	0,03	0,527
WOMAC douleur [0-100]	1,99	0,305	2,01	0,318	-0,03	0,490	-0,09	0,273
WOMAC fonction [0-100]	0,81	0,668	-0,01	0,994	0,07	0,096	0,03	0,763
Sévérité radiographique (KL)	-45,85	0,236	29,37	0,463	-0,19	0,826	4,14	0,021
Score échographique [0-22]	9,69	0,116	2,82	0,657	-0,24	0,077	0,07	0,794

β : Beta ; NA: Non Applicable ; EVA: échelle visuelle analogique ; WOMAC: Western Ontario and McMaster ; KL: Kellgren & Lawrence

En analyse multivariée, il est observé une association entre sexe masculin et mauvais contrôle postural pour le CES surface ($p=0,019$), le CES longueur parcourue ($p=0,004$) et le Y moyen ($p=0,002$). L'âge est associé à un moins bon contrôle postural concernant la longueur parcourue ($p=0,0001$). La sévérité radiographique de la gonarthrose est associée à un moins bon contrôle postural pour le Y moyen ($p=0,021$). Il n'existe aucune association entre mauvais contrôle postural et les caractéristiques échographiques, l'IMC, la durée d'évolution de la maladie, la présence d'un épanchement clinique, l'EVA douleur ainsi que les WOMAC douleur et fonction.

Tableau 4 : Valeur du X moyen selon le genou atteint

	Droit N=142 (58,9%)			Gauche N=99 (41,1%)			p
	N	%/moyenne	ET	N	%/moyenne	ET	
Posturographie : Yeux ouverts							
X moyen (mm)	142	-2,2	7,9	99	3,5	8,9	<0,0001
Posturographie : Yeux fermés							
X moyen (mm)	142	-2,1	8,6	99	3,0	8,9	<0,0001
Posturographie : Vision perturbée							
X moyen (mm)	142	-2,3	8,4	99	2,9	9,1	<0,0001
Posturographie : Proprioception perturbée							
X moyen (mm)	142	-1,7	8,2	99	3,8	9,4	<0,0001
Posturographie : Proprioception perturbée et yeux fermés							
Longueur (mm)	142	563,1	257,0	99	652,1	439,1	0,0490
X moyen (mm)	142	-2,4	8,3	99	3,8	8,6	<0,0001
Posturographie : Vision et proprioception perturbées							
X moyen (mm)	142	-2,2	8,3	99	3,6	8,9	<0,0001

N = Nombre ; ET = Ecart type ; mm = millimètres

Le côté (le plus) douloureux est associé à X moyen dans toutes les conditions d'examen posturographique, avec une déviation statistiquement significative vers le côté controlatéral à la gonarthrose ($p < 0,0001$).

Discussion

Dans cette population de patients l'âge, le sexe masculin et la sévérité radiographique étaient associés à une détérioration du contrôle postural. Les paramètres d'activité clinique (épanchement clinique, douleur, fonction) et échographiques (score échographique) ne semblent pas altérer le contrôle postural.

Les caractéristiques cliniques de nos patients sont similaires à celles des patients souffrant de gonarthrose dans la littérature²⁸. Il s'agit de patients en surpoids ou obèses avec une forte prédominance féminine.

En analyse multivariée, il était observé une association entre sexe et contrôle postural avec une surface couverte plus importante chez les hommes, traduisant une plus faible précision dans le maintien de leur équilibre par rapport aux femmes. Ces résultats coïncident pour partie avec ceux de Kiss et al qui montraient un meilleur ratio D (correspondant au ratio d'amortissement de Lehr ou Lehr's damping ratio, soit la capacité des patients à garder l'équilibre après avoir subi une perturbation subite). Dans cette étude la perturbation appliquée aux patients était un coup de coude entre les scapula. Pour les arthroses modérées, les femmes avaient un meilleur ratio D que les hommes quel que soit l'âge. Cette différence significative disparaissait en cas d'arthrose sévère²⁹. Une étude de Matheson et Al montrait quant à elle un meilleur contrôle postural chez les femmes âgées de plus de 60 ans comparativement aux hommes de même âge. Dans ce cas, l'altération du contrôle postural était attribuée à une altération de l'appareil vestibulaire au cours du vieillissement, sans différence significative entre les deux sexes chez des patients plus jeunes³⁰. Une autre étude menée par Faraldo-Garcia et Al sur une population de patients plus jeunes (44.9 ans en moyenne) et ne souffrant pas de pathologie susceptible d'influer sur le contrôle postural ne montrait pas d'influence du sexe sur le contrôle postural³¹. Dans l'étude de Jadelis et al, le sexe n'était pas prouvé comme étant un facteur prédictif indépendant significativement associé au contrôle postural. Ces résultats étaient dus à l'impact de la force musculaire sur le contrôle postural chez les sujets souffrant de gonarthrose. Une grande force musculaire (plus importante chez les hommes) était associée à un meilleur contrôle postural. Il en allait de même avec la taille des pieds dans cette étude (plus importante chez les hommes) qui était elle aussi considérée comme garante d'un meilleur contrôle postural³².

A l'instar d'études précédemment menées³³, l'âge est associé à un moins bon contrôle postural dans cette étude, avec une longueur parcourue plus grande chez les sujets âgés, traduisant une dépense d'énergie plus élevée ($p = 0,0001$) pour conserver leur équilibre. De même Park et Al observent une association significative entre âge et dégradation du contrôle postural avec notamment une atteinte significative de la vitesse moyenne antéro-postérieure ($p < 0,001$)³⁴. Ces résultats peuvent s'expliquer par les altérations au cours du vieillissement des systèmes impliqués dans le contrôle postural³⁵ : altération du système vestibulaire^{36,37} ou détérioration de la vision³⁸ alors que les sujets âgés comptent principalement sur cette dernière pour maintenir leur équilibre³⁹. La détérioration du système somatosensoriel s'accroît aussi avec le vieillissement⁴⁰ et s'accompagne en particulier d'hypoesthésie et d'hyperalgésie dans la gonarthrose, majorant le risque de chute⁴¹.

Une gonarthrose sévère sur le plan radiographique est associée à une altération des données biomécaniques et posturales des patients dans notre étude, à type de déviation du centre de pression des pieds vers l'arrière comme en atteste la valeur du CES Y moyen ($p=0,021$). Ces données sont à mettre en relation avec de précédentes études telles que l'étude Naili et al. qui a montré une association entre certaines données biomécaniques telles que le moment d'adduction du genou, une sévérité radiographique plus importante⁴² ou l'étude Masui et al. dans laquelle l'atteinte radiographique chez des patients souffrant de gonarthrose était associée à une majoration de la surface couverte par les patients⁴³, sans participation de la douleur dans les troubles posturaux.

Notre étude conclut à l'absence d'influence de l'IMC sur le contrôle postural. En cela elle diffère d'autres études que l'on a pu retrouver dans la littérature. Le modèle développé par Takacs et al et incluant douleur, IMC et âge montrait qu'un IMC élevé était associé à un moins bon contrôle postural ($\beta = -0,9$; $p = 0,03$)³⁵. L'étude de Jadelis et al portant sur la relation qu'il pouvait exister entre force musculaire, douleur, obésité et contrôle postural arrivait à la même conclusion : plus l'IMC était élevé et plus le ratio force par masse était faible. Les sujets souffrant d'obésité étaient donc plus faibles de manière relative que les sujets sains. La force

nécessaire pour maintenir un bon contrôle postural augmentant avec l'IMC, plus ce dernier était élevé et plus la prévalence des troubles posturaux augmentait³².

Cette étude conclut à l'absence d'influence de la douleur (VAS et WOMAC douleur) sur le contrôle postural. Sa participation aux phénomènes posturaux est débattue dans la littérature. L'étude de Jadelis et al objectivait une relation entre force musculaire, douleur et contrôle postural : une force musculaire importante était associée à peu voire pas de douleur et à un bon contrôle postural. A contrario une faiblesse musculaire était associée à de plus hauts niveaux de douleurs et à un moins bon contrôle postural³². A contrario, Park et al concluaient à une absence d'influence significative de la douleur sur le contrôle postural³⁴. Ces résultats concordent avec ceux de Adegoke et al et dont le but était de rechercher dans une cohorte composée de patients souffrant de gonarthrose uni ou bilatérale la relation entre douleur, IMC, contrôle postural et fonction⁴⁴, l'étude ne concluait pas à une différence significative entre les deux groupes si ce n'est pour la présence de douleurs plus importantes en cas d'atteinte bilatérale par rapport à une atteinte unilatérale ($p = 0,04$). Cependant le niveau de douleur n'était pas corrélé à l'équilibre dans cette étude. D'autres études comme celle de Hinman et al ou celle d'Harrison et al retrouvent des résultats analogues^{45,46}.

Dans notre étude le X moyen et le côté (le plus) douloureux sont associés pour toutes les conditions. La valeur de X moyen est négative en cas de gonarthrose droite, suggérant un transfert vers la gauche du centre de pression des pieds. De manière opposée, le X moyen est positif en cas de gonarthrose gauche, suggérant un transfert vers la droite du centre de pression des pieds. Cela suggère un transfert du centre de pression des pieds du côté opposé à la gonarthrose symptomatique. Cette association était retrouvée dans l'étude de Peultier-Celli et al. sur la rééducation après ligamentoplastie du croisé antérieur chez des sujets sportifs, et opposant une balnéothérapie à un programme de réadaptation conventionnelle et dans laquelle les patients des deux groupes s'appuyaient sur le membre inférieur controlatéral à celui ayant subi la chirurgie. Quinze jours après la chirurgie, les patients des deux groupes dépendaient davantage du membre controlatéral. Cette nécessité d'une compensation a diminué dans les deux groupes un mois après la chirurgie⁴⁷.

Concernant les forces de cette étude, il s'agit à notre connaissance de la première étude recherchant une association entre une atteinte échographique dans la gonarthrose symptomatique et une altération du contrôle postural. Elle bénéficiait pour ce faire d'un effectif conséquent de sujets (soit 241).

Les limites de notre étude sont avant tout des limites liées à son type. En tant qu'étude transversale elle ne permet pas d'établir de causalité, seulement des relations entre différents facteurs.

Concernant les conditions de réalisation, seuls des tests statiques ont été réalisés pour évaluer les sujets, les résultats ne peuvent pas être extrapolés à des situations fonctionnelles dynamiques.

Par ailleurs, certains éléments pouvant influencer le contrôle postural n'ont pas été pris en compte dans notre étude, tels que les variations diurnes⁴⁸. Il en allait de même concernant les variations en fonction des conditions météorologiques⁴⁹.

Conclusion

Chez les patients souffrant de gonarthrose symptomatique, l'âge, le sexe masculin et la sévérité radiographique sont associés à des altérations du contrôle postural : l'âge est associé à une plus grande dépense énergétique pour maintenir l'équilibre, le sexe masculin à une moindre précision et la sévérité radiographique à une déviation vers l'arrière du centre de pression des pieds. De façon surprenante, les paramètres d'activité clinique et échographiques ne semblent pas altérer le contrôle postural. Notre étude montre également une déviation du centre de pression des pieds vers le côté controlatéral à la gonarthrose la plus douloureuse.

Ces données suggèrent la nécessité d'adapter la prise en charge rééducative selon l'âge, le sexe et la sévérité radiographique afin de corriger les troubles posturaux et d'éviter les chutes. Une étude longitudinale serait nécessaire pour valider l'impact de ce type de prise en charge sur l'amélioration du contrôle postural.

Références

1. Salmon JH, Rat AC, Achit H, Ngueyon-Sime W, Gard C, Guillemin F et al. Health resource use and costs of symptomatic knee and/or hip osteoarthritis. *Osteoarthr Cartil.* 2019; 27(7):1011-7.
2. Woolf AD, Pfleger B. Burden of major musculoskeletal conditions. *Bull World Health Organ.* 2003; 81(9):646-56.
3. Wittenauer R, Smith L, Aden K. Background Paper 6.12 Osteoarthritis. *Background Paper.* 2004; 31.
4. Heidari B. Knee osteoarthritis prevalence, risk factors, pathogenesis and features: Part I. *Caspian J Intern Med.* 2011; 2(2):205-12.
5. Zhang Y, Jordan JM. Epidemiology of osteoarthritis. *Clin Geriatr Med.* 2010; 26(3):355-69.
6. Le Pen C, Reygrobelle C, Gérentes I. Financial cost of osteoarthritis in France. The "COART" France study. *Joint Bone Spine.* 2005; 72(6):567-70.
7. Altman R, Asch E, Bloch D, Bole G, Borenstein D, Brandt K et al. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. Diagnostic and Therapeutic Criteria Committee of the American Rheumatism Association. *Arthritis Rheum.* 1986; 29(8):1039-49.
8. Guillemin F, Rat AC, Roux CH, Fautrel B, Mazieres B, Chevalier X et al. KHOALA cohort study. The KHOALA cohort of knee and hip osteoarthritis in France. *Joint Bone Spine.* 2012; 79(6):597-603.
9. Talic-Tanovic A, Hadziahmetovic Z, Madjar-Simic I, Papovic A. Comparison of Clinical and Radiological Parameters at Knee Osteoarthritis. *Med Arch.* 2017; 71(1):48-51.
10. Loeuille D. When Should MRI for Knee or Hip Osteoarthritis Should Be Performed ? *Rev Prat.* 2012; 62(5):625-9.

11. Bruyn GA, Naredo E, Damjanov N, Bachta A, Baudoin P, Hammer HB et al. Ultrasound Task Force. An OMERACT reliability exercise of inflammatory and structural abnormalities in patients with knee osteoarthritis using ultrasound assessment. *Ann Rheum Dis.* 2016; 75(5):842-6.
12. Sharma L. Proprioceptive impairment in knee osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am.* 1999; 25(2):299-314.
13. Tsonga T, Michalopoulou M, Malliou P, Godolias G, Kapetanakis S, Gkardaris G et al. Analyzing the History of Falls in Patients with Severe Knee Osteoarthritis. *Clin Orthop Surg.* 2015; 7(4):449-56.
14. Lim KB, Lee HJ. Computerized posturographic measurement in elderly women with unilateral knee osteoarthritis. *Ann Rehabil Med.* 2012; 36(5):618-26.
15. Kim HS, Yun DH, Yoo SD, Kim DH, Jeong YS, Yun JS et al. Balance control and knee osteoarthritis severity. *Ann Rehabil Med.* 2011; 35(5):701-9.
16. Hassan BS, Mockett S, Doherty M. Static postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects. *Ann Rheum Dis.* 2001; 60(6):612-8.
17. Fernie GR, Gryfe CI, Holliday PJ, Llewellyn A. The relationship of postural sway in standing to the incidence of falls in geriatric subjects. *Age Ageing.* 1982; 11(1):11-6.
18. Mat S, Ng CT, Tan MP. Influence of hip and knee osteoarthritis on dynamic postural control parameters among older fallers. *J Rehabil Med.* 2017; 49(3):258-63.
19. Whipple RH, Wolfson LI, Amerman PM. The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: an isokinetic study. *J Am Geriatr Soc.* 1987; 35(1):13-20.

20. Pandya NK, Draganich LF, Mauer A, Piotrowski GA, Pottenger L. Osteoarthritis of the knees increases the propensity to trip on an obstacle. *Clin Orthop Relat Res.* 2005; (431):150-6.
21. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthrosis. *Ann Rheum Dis.* 1957; 16(4):494-502.
22. Groll DL, To T, Bombardier C, Wright JG. The development of a comorbidity index with physical function as the outcome. *J Clin Epidemiol.* 2005; 58(6):595-602.
23. Bellamy N, Buchanan WW, Goldsmith CH, Campbell J, Stitt LW. Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol.* 1988; 15(12):1833-40.
24. Bruyn GA, Naredo E, Damjanov N, Bachta A, Baudoin P, Hammer HB et al. Ultrasound Task Force. An OMERACT reliability exercise of inflammatory and structural abnormalities in patients with knee osteoarthritis using ultrasound assessment. *Ann Rheum Dis.* 2016; 75(5):842-6.
25. Perrin PP, Gauchard GC, Perrot C, Jeandel C. Effects of physical and sporting activities on balance control in elderly people. *Br J Sports Med.* 1999; 33(2):121-6.
26. Herpin G, Gargouri I, Gauchard GC, Nisse C, Khadhraoui M, Elleuch B et al. Effect of chronic and subchronic organic solvents exposure on balance control of workers in plant manufacturing adhesive materials. *Neurotox Res.* 2009; 15(2):179-86.
27. Vouriot A, Hannhart B, Gauchard GC, Barot A, Ledin T, Mur JM et al. Long-term exposure to solvents impairs vigilance and postural control in serigraphy workers. *Int Arch Occup Environ Health.* 2005; 78(6):510-5.
28. Salmon JH, Rat AC, Achit H, Ngueyon-Sime W, Gard C, Guillemin F et al. Health resource use and costs of symptomatic knee and/or hip osteoarthritis. *Osteoarthr Cartil.* 2019; 27(7):1011-7.

29. Kiss RM. Effect of degree of knee osteoarthritis on balancing capacity after sudden perturbation. *J Electromyogr Kinesiol.* 2012; 22(4):575-81.
30. Matheson AJ, Darlington CL, Smith PF. Further evidence for age-related deficits in human postural function. *J Vestib Res.* 1999; 9(4):261-4.
31. Faraldo-García A, Santos-Pérez S, Labella-Caballero T, Soto-Varela A. Influence of gender on the sensory organisation test and the limits of stability in healthy subjects. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2011; 62(5):333-8.
32. Jadelis K, Miller ME, Ettinger WH Jr, Messier SP. Strength, balance, and the modifying effects of obesity and knee pain: results from the Observational Arthritis Study in Seniors (oasis). *J Am Geriatr Soc.* 2001; 49(7):884-91.
33. Sharma L. Proprioceptive impairment in knee osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am.* 1999; 25(2):299-314.
34. Park HJ, Ko S, Hong HM, Ok E, Lee JI. Factors related to standing balance in patients with knee osteoarthritis. *Ann Rehabil Med.* 2013; 37(3):373-8.
35. Takacs J, Carpenter MG, Garland SJ, Hunt MA. The role of neuromuscular changes in aging and knee osteoarthritis on dynamic postural control. *Aging Dis.* 2013; 4(2):84-99.
36. Matheson AJ, Darlington CL, Smith PF. Further evidence for age-related deficits in human postural function. *J Vestib Res.* 1999; 9(4):261-4.
37. Norré ME, Forrez G, Beckers A. Vestibular dysfunction causing instability in aged patients. *Acta Otolaryngol.* 1987; 104(1-2):50-5.
38. Teasdale N, Stelmach GE, Breunig A. Postural sway characteristics of the elderly under normal and altered visual and support surface conditions. *J Gerontol.* 1991; 46(6):238-44.
39. Sundermier L, Woollacott MH, Jensen JL, Moore S. Postural sensitivity to visual flow in aging adults with and without balance problems. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1996; 51(2):45-52.

40. Shaffer SW, Harrison AL. Aging of the somatosensory system: a translational perspective. *Phys Ther.* 2007; 87(2):193-207.
41. Wylde V, Palmer S, Learmonth ID, Dieppe P. Somatosensory abnormalities in knee OA. *Rheumatology (Oxford).* 2012; 51(3):535-43.
42. Naili JE, Hedström M, Broström EW. Changes of and interrelationships between performance-based function and gait and patient-reported function 1 year after total hip arthroplasty. *J Orthop Traumatol.* 2019; 20(1):14.
43. Masui T, Hasegawa Y, Yamaguchi J, Kanoh T, Ishiguro N, Suzuki S. Increasing postural sway in rural-community-dwelling elderly persons with knee osteoarthritis. *J Orthop Sci.* 2006; 11(4):353-8.
44. Adegoke BO, Babatunde FO, Oyeyemi AL. Pain, balance, self-reported function and physical function in individuals with knee osteoarthritis. *Physiother Theory Pract.* 2012; 28(1):32-40.
45. Harrison AL. The influence of pathology, pain, balance, and self-efficacy on function in women with osteoarthritis of the knee. *Phys Ther.* 2004; 84(9):822-31.
46. Hinman RS, Bennell KL, Metcalf BR, Crossley KM. Balance impairments in individuals with symptomatic knee osteoarthritis: a comparison with matched controls using clinical tests. *Rheumatology (Oxford).* 2002; 41(12):1388-94.
47. Peultier-Celli L, Mainard D, Wein F, Paris N, Boisseau P, Ferry A et al. Comparison of an Innovative Rehabilitation, Combining Reduced Conventional Rehabilitation with Balneotherapy, and a Conventional Rehabilitation after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Athletes. *Front Surg.* 2017; 4:61.
48. Zhang Z, Lion A, Chary-Valckenaere I, Loeuille D, Rat AC, Paysant J et al. Diurnal variation on balance control in patients with symptomatic knee osteoarthritis. *Arch Gerontol Geriatr.* 2015; 61(1):109-14.

49. Peultier L, Lion A, Chary-Valckenaere I, Loeuille D, Zhang Z, Rat AC et al. Influence of meteorological elements on balance control and pain in patients with symptomatic knee osteoarthritis. *Int J Biometeorol.* 2017; 61(5):903-910.

Troisième partie : perspectives et conclusion

Cette étude a permis d'évaluer les différents déterminants du contrôle postural dans la gonarthrose symptomatique

1. Impact sur la prise en charge thérapeutique

De manière pragmatique en ce qui concerne les résultats de notre étude et les données de la littérature, on pourrait classer les différents facteurs pouvant influencer le contrôle postural selon qu'ils sont modifiables (par exemple IMC, douleur, force musculaire etc) ou non (âge, sexe, variations diurnes du contrôle postural) tel que le propose Liu et al (figure 1) ¹.

Il convient donc, pour améliorer le contrôle postural et ainsi diminuer le risque de chute chez les sujets souffrant de gonarthrose, de se focaliser sur les facteurs modifiables (perte de poids pour amélioration de l'IMC, reprise de l'activité physique pour perdre du poids mais également augmenter masse et force musculaires, emploi de thérapeutiques antalgiques médicamenteuses ou non pour soulager les douleurs). Cette attitude thérapeutique est celle déjà présente en pratique clinique quotidienne.

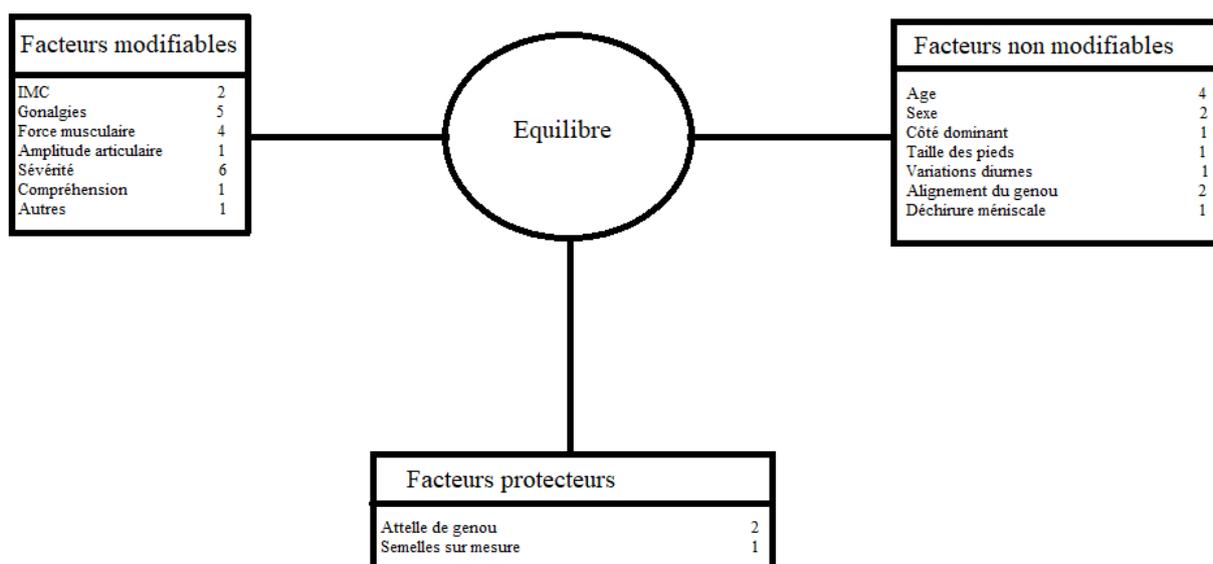


Figure 1 : Facteurs associés au contrôle postural dans la gonarthrose, reprise de Liu et al¹

L'atteinte échographique revêt un caractère modifiable dans la mesure où épanchement, synovite et kyste poplité peuvent être traités. Cependant cette étude a démontré l'absence de corrélation entre l'atteinte échographique et une majoration des troubles posturaux. Dans ce cas de figure il ne semble pas indiqué de ponctionner le genou atteint d'un épanchement échographique si le seul but visé est la stabilité de ce dernier. Cependant ces épanchements sont bien souvent associés à une gêne accrue (altération fonction) et à des douleurs² altérant la qualité de vie des patients et pouvant indiquer par là même la réalisation d'une ponction évacuatrice.

Si l'âge est un facteur de risque non modifiable de troubles posturaux, il s'associe à des facteurs modifiables qu'il contribue à accentuer. Certains mentionnés plus tôt relèvent de la prise en charge standard de la gonarthrose en rhumatologie, tels que les troubles proprioceptifs ou la perte de force musculaire nécessitant des séances de kinésithérapie ou la reprise de l'activité physique selon des programmes spécifiques^{3,4,5,6,7} ou la réalisation d'une activité physique régulière^{8,9}.

Les systèmes impliqués dans le contrôle postural sont altérés au cours du vieillissement¹⁰. C'est au cours de ce dernier qu'on observe la diminution du nombre d'afférences vestibulaires par diminution du nombre de cellules ciliées et diminution de l'activité des cellules ganglionnaires vestibulaires et des fibres nerveuses vestibulaires, conduisant à une information traitée erronée et une réponse motrice inappropriée pouvant entraîner la chute^{10,11,12}. La détérioration du système somatosensoriel s'accroît elle aussi au cours du temps¹³. Il en va de même pour la vision¹⁴.

En sus de la prise en charge rhumatologique habituelle, la correction de ces facteurs extra-articulaires responsables d'un moins bon contrôle postural est souhaitable quand elle est possible. C'est notamment le cas pour les troubles visuels des sujets âgés comme la prise en charge d'une cataracte, ces derniers se reposant majoritairement sur la vue pour maintenir leur équilibre^{15,16}.

Au total, le contrôle postural chez les individus est déterminé par de nombreux facteurs, articulaires et extra-articulaires, modifiables ou non. La prise en charge de ces derniers quand elle est possible est souhaitable, tant pour améliorer le contrôle postural et ainsi diminuer la morbi-mortalité associée au risque de chute que pour

améliorer la qualité de vie des sujets et diminuer leurs douleurs. Si l'atteinte échographique n'a pas su montrer de corrélation avec le contrôle postural, la prise en charge d'anomalies visualisées en échographie chez les patients souffrant de gonarthrose semble quant à elle améliorer la qualité de vie de ces derniers et ne doit pas être négligée.

2. Bibliographie

1. Liu C, Wan Q, Zhou W, Feng X, Shang S. Factors associated with balance function in patients with knee osteoarthritis: An integrative review. *Int J Nurs Sci.* 2017; 4(4):402-9.
2. Hill CL, Gale DG, Chaisson CE, Skinner K, Kazis L, Gale ME et al. Knee effusions, popliteal cysts, and synovial thickening: association with knee pain in osteoarthritis. *J Rheumatol.* 2001; 28(6):1330-7.
3. Ledin T, Kronhed AC, Möller C, Möller M, Odkvist LM, Olsson B. Effects of balance training in elderly evaluated by clinical tests and dynamic posturography. *J Vestib Res.* 1990-1991;1(2):129-38.
4. Hu MH, Woollacott MH. Multisensory training of standing balance in older adults: I. Postural stability and one-leg stance balance. *J Gerontol.* 1994; 49(2):52-61.
5. Lord SR, Lloyd DG, Nirui M, Raymond J, Williams P, Stewart RA. The effect of exercise on gait patterns in older women: a randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1996; 51(2):64-70.
6. Wolfson L, Whipple R, Derby C, Judge J, King M, Amerman P et al. Balance and strength training in older adults: intervention gains and Tai Chi maintenance. *J Am Geriatr Soc.* 1996; 44(5):498-506.
7. Perrin P, Schneider D, Deviterne D, Perrot C, Constantinescu L. Training improves the adaptation to changing visual conditions in maintaining human posture control in a test of sinusoidal oscillation of the support. *Neurosci Lett.* 1998 ; 245(3):155-8.
8. Gauchard GC, Jeandel C, Tessier A, Perrin PP. Beneficial effect of proprioceptive physical activities on balance control in elderly human subjects. *Neurosci Lett.* 1999; 273(2):81-4.

9. Perrin PP, Gauchard GC, Perrot C, Jeandel C. Effects of physical and sporting activities on balance control in elderly people. *Br J Sports Med.* 1999; 33(2):121-6.
10. Takacs J, Carpenter MG, Garland SJ, Hunt MA. The role of neuromuscular changes in aging and knee osteoarthritis on dynamic postural control. *Aging Dis.* 2013; 4(2):84-99.
11. Matheson AJ, Darlington CL, Smith PF. Further evidence for age-related deficits in human postural function. *J Vestib Res.* 1999; 9(4):261-4.
12. Norré ME, Forrez G, Beckers A. Vestibular dysfunction causing instability in aged patients. *Acta Otolaryngol.* 1987; 104(1-2):50-5.
13. Shaffer SW, Harrison AL. Aging of the somatosensory system: a translational perspective. *Phys Ther.* 2007; 87(2):193-207.
14. Teasdale N, Stelmach GE, Breunig A. Postural sway characteristics of the elderly under normal and altered visual and support surface conditions. *J Gerontol.* 1991; 46(6):238-44.
15. Straube A, Botzel K, Hawken M, Paulus W, Brandt T. Postural control in the elderly: Differential effects of visual, vestibular and somatosensory input; in Amblard B, Berthoz A, Clarac F (eds): *Posture and Gait: Development, Adaptation and Modulation.* Amsterdam, Elsevier. 1988; 105-14.
16. Perrin PP, Jeandel C, Perrin CA, Béné MC. Influence of visual control, conduction, and central integration on static and dynamic balance in healthy older adults. *Gerontology.* 1997; 43(4):223-31.

VU

NANCY, le 03 novembre 2020
Le Président de Thèse

NANCY, le 3 novembre 2020
Le Doyen de la Faculté de Médecine

Professeur Damien LOEUILLE

Professeur Marc BRAUN

AUTORISE À SOUTENIR ET À IMPRIMER LA THÈSE/ 11511C

NANCY, le 12 novembre 2020

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ DE LORRAINE,

Professeur Pierre MUTZENHARDT

Résumé

Objectif : évaluer l'impact des facteurs cliniques, échographiques et radiographiques sur le contrôle postural chez les patients souffrant de gonarthrose

Méthode : deux cent quarante et un patients souffrant de gonarthrose symptomatique ont été inclus. Les informations recueillies concernent les paramètres cliniques (âge, sexe, côté le plus atteint), radiographiques (évaluation de la sévérité selon la classification Kellgren & Lawrence), échographiques (évaluation selon l'OMERACT, avec recherche d'un épanchement, d'une synovite, d'une activité au Doppler couleur et présence d'un kyste poplité selon une grille de lecture prédéfinie). Les mesures posturographiques ont été réalisées en position debout sur une plateforme dédiée selon différentes conditions altérant la vision et/ou la proprioception. Le Composite Equilibrium Score est défini comme la somme des scores obtenus dans chaque condition, divisé par le nombre total de conditions.

Résultats : une association entre sexe masculin et un mauvais contrôle postural est observée pour le CES surface ($p=0,019$), le CES longueur ($p=0,004$) et le Y moyen ($p=0,002$). L'âge est associé avec un mauvais contrôle postural concernant le CES longueur ($p=0,0001$). La sévérité radiographique est associée avec un mauvais contrôle postural pour le Y moyen ($p=0,021$). Les autres paramètres, notamment l'évaluation échographique, ne sont pas significativement associés avec des anomalies posturales. Le côté (le plus) douloureux est associé à X moyen dans toutes les conditions d'examen posturographique, avec une déviation statistiquement significative vers le côté controlatéral à la gonarthrose ($p < 0,0001$).

Conclusion : Chez les patients souffrant de gonarthrose symptomatique, l'âge, le sexe masculin et la sévérité radiographique sont associés à des altérations du contrôle postural. En revanche, les paramètres d'activité clinique et échographiques ne semblent pas altérer le contrôle postural.

TITRE EN ANGLAIS : Determinants of postural control in symptomatic knee osteoarthritis

THESE : MEDECINE SPECIALISEE - Rhumatologie - (2020)

MOTS CLEFS : gonarthrose, contrôle postural, échographie, radiographie standard

Université de Lorraine

Faculté de Médecine de Nancy
9, avenue de la forêt de Haye
54505 Vandoeuvre les Nancy cedex
