



**HAL**  
open science

# Comparaison du tonomètre à rebond d'Icare versus le tonomètre aplanation de Perkins chez des enfants sous anesthésie générale

Marion Chagny

► **To cite this version:**

Marion Chagny. Comparaison du tonomètre à rebond d'Icare versus le tonomètre aplanation de Perkins chez des enfants sous anesthésie générale. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-03100438

**HAL Id: dumas-03100438**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03100438>**

Submitted on 6 Jan 2021

**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.



Faculté des sciences  
médicales et paramédicales  
Aix-Marseille Université

**Comparaison du tonomètre à rebond d'Icare versus le tonomètre à  
aplanation de Perkins chez des enfants sous anesthésie générale**

# **T H E S E     A R T I C L E**

**Présentée et publiquement soutenue devant**

**LA FACULTÉ DES SCIENCES MEDICALES ET PARAMEDICALES  
DE MARSEILLE**

**Le 4 Décembre 2020**

**Par Madame Marion CHAGNY**

**Née le 25 décembre 1990 à Avignon (84)**

**Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine**

**D.E.S. d' OPHTALMOLOGIE**

**Membres du Jury de la Thèse :**

**Madame le Professeur DENIS Danièle**

**Monsieur le Professeur DAVID Thierry**

**Monsieur le Professeur RIDINGS Bernard**

**Madame le Docteur SAUVAN Lauren**

**Président**

**Assesseur**

**Assesseur**

**Directeur**

## FACULTÉ DES SCIENCES MÉDICALES & PARAMÉDICALES

<b>Doyen</b>	:	<b>Pr. Georges LEONETTI</b>
Vice-Doyen aux affaires générales	:	Pr. Patrick DESSI
Vice-Doyen aux professions paramédicales	:	Pr. Philippe BERBIS
Conseiller	:	Pr. Patrick VILLANI

### **Asseseurs :**

➤ aux études	:	Pr. Kathia CHAUMOITRE
➤ à la recherche	:	Pr. Jean-Louis MEGE
➤ à l'unité mixte de formation continue en santé	:	Pr. Justin MICHEL
➤ pour le secteur NORD	:	Pr. Stéphane BERDAH
➤ Groupements Hospitaliers de territoire	:	Pr. Jean-Noël ARGENSON
➤ aux masters	:	Pr. Pascal ADALIAN

### **Chargés de mission :**

➤ sciences humaines et sociales	:	Pr. Pierre LE COZ
➤ relations internationales	:	Pr. Stéphane RANQUE
➤ DU/DIU	:	Pr. Véronique VITTON
➤ DPC, disciplines médicales & biologiques	:	Pr. Frédéric CASTINETTI
➤ DPC, disciplines chirurgicales	:	Dr. Thomas GRAILLON

## ÉCOLE DE MEDECINE

<b>Directeur</b>	:	<b>Pr. Jean-Michel VITON</b>
------------------	---	------------------------------

### **Chargés de mission**

▪ PACES – Post-PACES	:	Pr. Régis GUIEU
▪ DFGSM	:	Pr. Anne-Laure PELISSIER
▪ DFASM	:	Pr. Marie-Aleth RICHARD
▪ DFASM	:	Pr. Marc BARTHET
▪ Préparation aux ECN	:	Dr Aurélie DAUMAS
▪ DES spécialités	:	Pr. Pierre-Edouard FOURNIER
▪ DES stages hospitaliers	:	Pr. Benjamin BLONDEL
▪ DES MG	:	Pr. Christophe BARTOLI
▪ Démographie médicale	:	Dr. Noémie RESSEGUIER
▪ Etudiant	:	Elise DOMINJON

## ÉCOLE DE DE MAIEUTIQUE

**Directrice** : **Madame Carole ZAKARIAN**

**Chargés de mission**

- 1<sup>er</sup> cycle : Madame Estelle BOISSIER
- 2<sup>ème</sup> cycle : Madame Cécile NINA

## ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION

**Directeur** : **Monsieur Philippe SAUVAGEON**

**Chargés de mission**

- Masso- kinésithérapie 1<sup>er</sup> cycle : Madame Béatrice CAORS
- Masso-kinésithérapie 2<sup>ème</sup> cycle : Madame Joannie HENRY
- Mutualisation des enseignements : Madame Géraldine DEPRES

## ÉCOLE DES SCIENCES INFIRMIERES

**Directeur** : **Monsieur Sébastien COLSON**

**Chargés de mission**

- Chargée de mission : Madame Sandrine MAYEN RODRIGUES
- Chargé de mission : Monsieur Christophe ROMAN

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM AGOSTINI Serge  
ALDIGHIERI René  
ALESSANDRINI Pierre  
ALLIEZ Bernard  
AQUARON Robert  
ARGEME Maxime  
ASSADOURIAN Robert  
AUFFRAY Jean-Pierre  
AUTILLO-TOUATI Amapola  
AZORIN Jean-Michel  
BAILLE Yves  
BARDOT Jacques  
BARDOT André  
BERARD Pierre  
BERGOIN Maurice  
BERLAND Yvon  
BERNARD Dominique  
BERNARD Jean-Louis  
BERNARD Pierre-Marie  
BERTRAND Edmond  
BISSET Jean-Pierre  
BLANC Bernard  
BLANC Jean-Louis  
BOLLINI Gérard  
BONGRAND Pierre  
BONNEAU Henri  
BONNOIT Jean  
BORY Michel  
BOTTA Alain  
BOURGEADE Augustin  
BOUVENOT Gilles  
BOUYALA Jean-Marie  
BREMONT Georges  
BRICOT René  
BRUNET Christian  
BUREAU Henri  
CAMBOULIVES Jean  
CANNONI Maurice  
CARTOUZOU Guy  
CAU Pierre  
CHABOT Jean-Michel  
CHAMLIAN Albert  
CHARPIN Denis  
CHARREL Michel  
CHAUVEL Patrick  
CHOUX Maurice  
CIANFARANI François  
CLAVERIE Jean-Michel  
CLEMENT Robert  
COMBALBERT André  
CONTE-DEVOLX Bernard  
CORRIOL Jacques  
COULANGE Christian  
DALMAS Henri  
DE MICO Philippe  
DESSEIN Alain  
DELARQUE Alain  
DEVIN Robert  
DEVRED Philippe  
DJIANE Pierre  
DONNET Vincent  
DUCASSOU Jacques

MM DUFOUR Michel  
DUMON Henri  
ENJALBERT Alain  
FAVRE Roger  
FIECHI Marius  
FARNARIER Georges  
FIGARELLA Jacques  
FONTES Michel  
FRANCES Yves  
FRANCOIS Georges  
FUENTES Pierre  
GABRIEL Bernard  
GALINIER Louis  
GALLAIS Hervé  
GAMERRE Marc  
GARCIN Michel  
GARNIER Jean-Marc  
GAUTHIER André  
GERARD Raymond  
GEROLAMI-SANTANDREA André  
GIUDICELLI Roger  
GIUDICELLI Sébastien  
GOUDARD Alain  
GOUIN François  
GRILLO Jean-Marie  
GRISOLI François  
GROULIER Pierre  
HADIDA/SAYAG Jacqueline  
HASSOUN Jacques  
HEIM Marc  
HOUEL Jean  
HUGUET Jean-François  
JAQUET Philippe  
JAMMES Yves  
JOUVE Paulette  
JUHAN Claude  
JUN Pierre  
KAPHAN Gérard  
KASBARIAN Michel  
KLEISBAUER Jean-Pierre  
LACHARD Jean  
LAFFARGUE Pierre  
LAUGIER René  
LE TREUT Yves  
LEVY Samuel  
LOUCHET Edmond  
LOUIS René  
LUCIANI Jean-Marie  
MAGALON Guy  
MAGNAN Jacques  
MALLAN- MANCINI Josette  
MALMEJAC Claude  
MARANINCHI Dominique  
MARTIN Claude  
MATTEI Jean François  
MERCIER Claude  
METGE Paul  
MICHOTÉY Georges  
MIRANDA François  
MONFORT Gérard  
MONGES André  
MONGIN Maurice

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM MONTIES Jean-Raoul  
NAZARIAN Serge  
NICOLI René  
NOIRCLERC Michel  
OLMER Michel  
OREHEK Jean  
PAPY Jean-Jacques  
PAULIN Raymond  
PELOUX Yves  
PENAUD Antony  
PENE Pierre  
PIANA Lucien  
PICAUD Robert  
PIGNOL Fernand  
POGGI Louis  
POITOUT Dominique  
PONCET Michel  
POUGET Jean  
PRIVAT Yvan  
QUILICHINI Francis  
RANQUE Jacques  
RANQUE Philippe  
RICHAUD Christian  
RIDINGS Bernard  
ROCHAT Hervé  
ROHNER Jean-Jacques  
ROUX Hubert  
ROUX Michel  
RUFO Marcel  
SAHEL José  
SALAMON Georges  
SALDUCCI Jacques  
SAN MARCO Jean-Louis  
SANKALE Marc  
SARACCO Jacques  
SARLES Jacques  
SASTRE Bernard  
SCHIANO Alain  
SCOTTO Jean-Claude  
SEBAHOUN Gérard  
SERMENT Gérard  
SOULAYROL René  
STAHL André  
TAMALET Jacques  
TARANGER-CHARPIN Colette  
THOMASSIN Jean-Marc  
UNAL Daniel  
VAGUE Philippe  
VAGUE/JUHAN Irène  
VANUXEM Paul  
VERVLOET Daniel  
VIALETTES Bernard  
WEILLER Pierre-Jean



## EMERITAT

### 2008

M. le Professeur	LEVY Samuel	31/08/2011
Mme le Professeur	JUHAN-VAGUE Irène	31/08/2011
M. le Professeur	PONCET Michel	31/08/2011
M. le Professeur	KASBARIAN Michel	31/08/2011
M. le Professeur	ROBERTOUX Pierre	31/08/2011

### 2009

M. le Professeur	DJIANE Pierre	31/08/2011
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2012

### 2010

M. le Professeur	MAGNAN Jacques	31/12/2014
------------------	----------------	------------

### 2011

M. le Professeur	DI MARINO Vincent	31/08/2015
M. le Professeur	MARTIN Pierre	31/08/2015
M. le Professeur	METRAS Dominique	31/08/2015

### 2012

M. le Professeur	AUBANIAC Jean-Manuel	31/08/2015
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2015
M. le Professeur	CAMBOULIVES Jean	31/08/2015
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2015
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2015
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2015
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2015

### 2013

M. le Professeur	BRANCHEREAU Alain	31/08/2016
M. le Professeur	CARAYON Pierre	31/08/2016
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2016
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2016
M. le Professeur	HENRY Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	LE GUICHAOUA Marie-Roberte	31/08/2016
M. le Professeur	RUFO Marcel	31/08/2016
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2016

### 2014

M. le Professeur	FUENTES Pierre	31/08/2017
M. le Professeur	GAMERRE Marc	31/08/2017
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2017
M. le Professeur	PERAGUT Jean-Claude	31/08/2017
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2017

### 2015

M. le Professeur	COULANGE Christian	31/08/2018
M. le Professeur	COURAND François	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2016
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2016
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2016

## EMERITAT

### 2016

M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2017
M. le Professeur	BRUNET Christian	31/08/2019
M. le Professeur	CAU Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2017
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2017
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2019
M. le Professeur	JAMMES Yves	31/08/2019
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2017
M. le Professeur	POITOUT Dominique	31/08/2019
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2017
M. le Professeur	VIALETES Bernard	31/08/2019

### 2017

M. le Professeur	ALESSANDRINI Pierre	31/08/2020
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2018
M. le Professeur	CHAUVEL Patrick	31/08/2020
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2018
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2018
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2018
M. le Professeur	SEBBAHOUN Gérard	31/08/2018

### 2018

M. le Professeur	MARANINCHI Dominique	31/08/2021
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2019
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2019

### 2019

M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	CAU Pierre	31/08/2020
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2020
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2020
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2020
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2020
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2020
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2020
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2020
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2020



## PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AGOSTINI FERRANDES Aubert	CHOSSEGROS Cyrille	GUEDJ Eric
ALBANESE Jacques	COLLART Frédéric	GUIEU Régis
ALIMI Yves	COSTELLO Régis	GUIS Sandrine
AMABILE Philippe	COURBIERE Blandine	GUYE Maxime
AMBROSI Pierre	COWEN Didier	GUYOT Laurent
ANDRE Nicolas	CRAVELLO Ludovic	<i>GUYS Jean-Michel Surnombre</i>
ARGENSON Jean-Noël	CUISSET Thomas	HABIB Gilbert
ASTOUL Philippe	<i>CURVALE Georges Surnombre</i>	HARDWIGSEN Jean
ATTARIAN Shahram	DA FONSECA David	HARLE Jean-Robert
AUDOUIN Bertrand	DAIHAN-ALCARAZ Laetitia	<i>HIOFFART Louis Disponibilité</i>
AUQUIER Pascal	DANIEL Laurent	HOUVENAEGHEL Gilles
AVIERINOS Jean-François	DARMON Patrice	JACQUIER Alexis
AZULAY Jean-Philippe	D'ERCOLE Claude	JOURDE-CHICHE Noémie
BAILLY Daniel	D'JOURNO Xavier	JOUVE Jean-Luc
BARLESI Fabrice	DEHARO Jean-Claude	KAPLANSKI Gilles
BARLIER-SETTI Anne	DELAPORTE Emmanuel	KARSENTY Gilles
BARTHET Marc	<i>DELPERO Jean-Robert Surnombre</i>	<i>KERBAUL François détachement</i>
BARTOLI Christophe	DENIS Danièle	KRAHN Martin
BARTOLI Jean-Michel	DISDIER Patrick	LAFFORGUE Pierre
BARTOLI Michel	DODDOLI Christophe	LAGIER Jean-Christophe
BARTOLOMEI Fabrice	DRANCOURT Michel	LAMBAUDIE Eric
BASTIDE Cyrille	DUBUS Jean-Christophe	LANCON Christophe
BENSOUSSAN Laurent	DUFFAUD Florence	LA SCOLA Bernard
BERBIS Philippe	DUFOUR Henry	LAUNAY Franck
BERBIS Julie	DURAND Jean-Marc	LAVIEILLE Jean-Pierre
BERDAH Stéphane	DUSSOL Bertrand	LE CORROLLER Thomas
<i>BERNARD Jean-Paul Retraite au 25/11/2019</i>	EBBO Mikaël	LECHEVALLIER Eric
BEROUD Christophe	EUSEBIO Alexandre	LEGRE Régis
BERTUCCI François	FAKHRY Nicolas	LEHUCHER-MICHEL Marie-Pascale
BLAISE Didier	<i>FAUGERE Gérard Surnombre</i>	LEONE Marc
BLIN Olivier	FELICIAN Olivier	LEONETTI Georges
BLONDEL Benjamin	FENOLLAR Florence	LEPIDI Hubert
BONIN/GUILLAUME Sylvie	FIGARELLA/BRANGER Dominique	LEVY Nicolas
BONELLO Laurent	FLECHER Xavier	MACE Loïc
BONNET Jean-Louis	FOURNIER Pierre-Edouard	MAGNAN Pierre-Edouard
<i>BOTTA/FRIDLUND Danielle Surnombre</i>	FRANCESCHI Frédéric	MANCINI Julien
<i>BOUBLI Léon Surnombre</i>	FUENTES Stéphane	<i>MATONTI Frédéric Disponibilité</i>
BOUFI Mourad	GABERT Jean	MEGE Jean-Louis
BOYER Laurent	GABORIT Bénédicte	MERROT Thierry
BREGEON Fabienne	GAINNIER Marc	METZLER/GUILLEMAIN Catherine
BRETELLE Florence	GARCIA Stéphane	MEYER/DUTOUR Anne
BROUQUI Philippe	GARIBOLDI Vlad	MICCALEF/ROLL Joëlle
BRUDER Nicolas	GAUDART Jean	MICHEL Fabrice
BRUE Thierry	GAUDY-MARQUESTE Caroline	MICHEL Gérard
BRUNET Philippe	GENTILE Stéphanie	MICHEL Justin
BURTEY Stéphane	GERBEAUX Patrick	MICHELET Pierre
CARCOPINO-TUSOLI Xavier	GEROLAMI/SANTANDREA René	MILH Mathieu
CASANOVA Dominique	GILBERT/ALESSI Marie-Christine	MILLION Matthieu
CASTINETTI Frédéric	GIORGI Roch	MOAL Valérie
CECCALDI Mathieu	GIOVANNI Antoine	MORANGE Pierre-Emmanuel
CHAGNAUD Christophe	GIRARD Nadine	MOULIN Guy
CHAMBOST Hervé	GIRAUD/CHABROL Brigitte	MOUTARDIER Vincent
CHAMPSAUR Pierre	GONCALVES Anthony	<i>MUNDLER Olivier Surnombre</i>
CHANEZ Pascal	GRANEL/REY Brigitte	NAUDIN Jean
CHARAFFE-JAUFFRET Emmanuelle	GRANVAL Philippe	NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier
CHARREL Rémi	GREILLIER Laurent	NICOLLAS Richard
CHAUMOITRE Kathia	GRIMAUD Jean-Charles	OLIVE Daniel
CHIARONI Jacques	GROB Jean-Jacques	OUAFIK L'Houcine
CHINOT Olivier		OVAERT-REGGIO Caroline

## PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

PAGANELLI Franck	ROCH Antoine	TRIGLIA Jean-Michel
PANUEL Michel	ROCHWERGER Richard	TROPIANO Patrick
PAPAZIAN Laurent	ROLL Patrice	TSIMARATOS Michel
PAROLA Philippe	ROSSI Dominique	TURRINI Olivier
<i>PARRATTE Sébastien Disponibilité</i>	ROSSI Pascal	VALERO René
PELISSIER-ALICOT Anne-Laure	ROUDIER Jean	VAROQUAUX Arthur Damien
PELLETIER Jean	SALAS Sébastien	VELLY Lionel
PERRIN Jeanne	<i>SAMBUC Roland Surnombre</i>	VEY Norbert
PETIT Philippe	SARLES/PHILIP Nicole	VIDAL Vincent
PHAM Thao	SARLON-BARTOLI Gabrielle	VIENS Patrice
PIERCECCHI/MARTI Marie-Dominique	SCAVARDA Didier	VILLANI Patrick
PIQUET Philippe	SCHLEINITZ Nicolas	VITON Jean-Michel
PIRRO Nicolas	SEBAG Frédéric	VITTON Véronique
POINSO François	SEITZ Jean-François	VIEHWEGER Heide Elke
RACCAH Denis	SIELEZNEFF Igor	VIVIER Eric
RANQUE Stéphane	SIMON Nicolas	XERRI Luc
RAOULT Didier	STEIN Andréas	
REGIS Jean	TAIEB David	
REYNAUD/GAUBERT Martine	THIRION Xavier	
REYNAUD Rachel	THOMAS Pascal	
RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth	THUNY Franck	
ROCHE Pierre-Hugues	TREBUCHON-DA FONSECA Agnès	

---

### PROFESSEUR DES UNIVERSITES

ADALIAN Pascal  
AGHABABIAN Valérie  
BELIN Pascal  
CHABANNON Christian  
CHABRIERE Eric  
FERON François  
LE COZ Pierre  
LEVASSEUR Anthony  
RANJEVA Jean-Philippe  
SOBOL Hagay

### PROFESSEUR CERTIFIE

BRANDENBURGER Chantal

### PRAG

TANTI-HARDOUIN Nicolas

### PROFESSEUR DES UNIVERSITES MEDECINE GENERALE

GENTILE Gaëtan

### PROFESSEUR ASSOCIE DE MEDECINE GENERALE A MI-TEMPS

ADNOT Sébastien  
GUIDA Pierre

### PROFESSEUR ASSOCIE DES UNIVERSITES (disciplines médicales)

LOUIS-BORRIONE Claude



## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AHERFI Sarah	ELDIN Carole	NINOVE Laetitia
ANGELAKIS Emmanouil ( <i>disponibilité</i> )	FABRE Alexandre	NOUGAIREDE Antoine
ATLAN Catherine ( <i>disponibilité</i> )	FAURE Alice	OLLIVIER Matthieu
BARTHELEMY Pierre	FOLETTI Jean- Marc	PAULMYER/LACROIX Odile
BEGE Thierry	FOUILLOUX Virginie	PESENTI Sébastien
BELIARD Sophie	FRANKEL Diane	RADULESCO Thomas
BENYAMINE Audrey	FROMNOT Julien	RESSEGUIER Noémie
BERGE-LEFRANC Jean-Louis	GASTALDI Marguerite	ROBERT Philippe
BERTRAND Baptiste	GELSI/BOYER Véronique	ROMANET Pauline
BEYER-BERJOT Laura	GIUSIANO Bernard	SABATIER Renaud
BIRNBAUM David	GIUSIANO COURCAMBECK Sophie	SARI-MINODIER Irène
BONINI Francesca	GONZALEZ Jean-Michel	SAVEANU Alexandru
BOUCRAUT Joseph	GOURIET Frédérique	SFCQ Véronique ( <i>disponibilité</i> )
BOULAMERY Audrey	GRAILLON Thomas	STELLMANN Jan-Patrick
BOULLU/CIOCCA Sandrine	GUERIN Carole	SUCHON Pierre
BOUSSEN Salah Michel	GUENOUN MEYSSIGNAC Daphné	TABOURET Emeline
BUFFAT Christophe	GUIDON Catherine	TOGA Caroline
CAMILLERI Serge	GUIVARCH Jokthan	TOGA Isabelle
CARRON Romain	HAUTIER/KRAHN Aurélie	TOMASINI Pascale
CASSAGNE Carole	HRAIECH Sami	TOSELLO Barthélémy
CERMOLACCE Michel	KASPI-PEZZOLI Elise	TROUSSE Delphine
CHAUDET Hervé	L'OLLIVIER Coralie	TUCHTAN-TORRENTS Lucile
CHRETIEN Anne-Sophie	LABIT-BOUVIER Corinne	VELY Frédéric
COZE Carole	LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina	VION-DURY Jean
CUNY Thomas	LAGIER Aude ( <i>disponibilité</i> )	ZATTARA/CANNONI Hélène
DADOUN Frédéric ( <i>disponibilité</i> )	LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude	
DALES Jean-Philippe	LEVY/MOZZICONACCI Annie	
DAUMAS Aurélie	LOOSVELD Marie	
DEGEORGES/VITTE Joëlle	MAAROUF Adil	
DELLIAUX Stéphane	MACAGNO Nicolas	
DESPLAT/JEGO Sophie	MAUES DE PAULA André	
DEVILLIER Raynier	MOTTOLA GHIGO Giovanna	
DUBOURG Grégory	NGUYEN PHONG Karine	
DUCONSEIL Pauline		
DUFOUR Jean-Charles		

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

(mono-appartenants)

ABU ZAINEH Mohammad	DEGIOANNI/SALLE Anna	POUGET Benoît
BARBACARU/PERLES T. A.	DESNUES Benoît	RUJEL Jérôme
BERLAND/BENHAIM Caroline	MARANINCHI Marie	THOLLON Lionel
BOUCAULT/GARROUSTE Françoise	MERHEJ/CHAUVEAU Vicky	THIRION Sylvie
BOYER Sylvie	MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte	VERNA Emeline
COLSON Sébastien	POGGI Marjorie	

## MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

CASANOVA Ludovic

## MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE à MI-TEMPS

BARGIER Jacques  
BONNET Pierre-André  
CALVET-MONTREDON Céline  
JANCZEWSKI Aurélie  
NUSSLI Nicolas  
ROUSSEAU-DURAND Raphaëlle  
THERY Didier (nomination au 1/10/2019)

**MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE à MI-TEMPS**

BOURRIQUEN Maryline  
EVANS-VIALLAT Catherine  
LUCAS Guillaume  
MATHIEU Marion  
MAYENS-RODRIGUES Sandrine  
MELLINAS Marie  
REVIS Joana  
ROMAN Christophe  
TRINQUET Laure

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES et MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS  
PROFESSEURS ASSOCIES, MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES mono-appartenants**

**ANATOMIE 4201**

CHAMPSAUR Pierre (PU-PH)  
LE CORROLLER Thomas (PU-PH)  
PIRRO Nicolas (PU-PH)

GUENOUN-MEYSSIGNAC Daphné (MCU-PH)  
LAGIER Aude (MCU-PH) *disponibilité*

THOLLON Lionel (MCF) (60ème section)

**ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES 4203**

CHARAFE/JAUFFRET Emmanuelle (PU-PH)  
DANIEL Laurent (PU-PH)  
FIGARELLA/BRANGER Dominique (PU-PH)  
GARCIA Stéphane (PU-PH)  
XERRI Luc (PU-PH)

DALES Jean-Philippe (MCU-PH)  
GIUSIANO COURCAMBECK Sophie (MCU PH)  
LABIT/BOUVIER Corinne (MCU-PH)  
MACAGNO Nicolas (MCU-PH)  
MAUES DE PAULA André (MCU-PH)  
SECQ Véronique (MCU-PH) *disponibilité*

**ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE ;  
MEDECINE URGENCE 4801**

ALBANESE Jacques (PU-PH)  
BRUDER Nicolas (PU-PH)  
LEONE Marc (PU-PH)  
MICHEL Fabrice (PU-PH)  
VELLY Lionel (PU-PH)

BOUSSEN Salah Michel (MCU-PH)  
GUIDON Catherine (MCU-PH)

**ANTHROPOLOGIE 20**

ADALIAN Pascal (PR)  
DEGIOANNI/SALLE Anna (MCF)  
POUGET Benoît (MCF)  
VERNA Emeline (MCF)

**BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE HOSPITALIERE 4501**

CHARREL Rémi (PU PH)  
DRANCOURT Michel (PU-PH)  
FENOLLAR Florence (PU-PH)  
FOURNIER Pierre-Edouard (PU-PH)  
NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier (PU-PH)  
LA SCOLA Bernard (PU-PH)  
RAOULT Didier (PU-PH)

AHERFI Sarah (MCU-PH)  
ANGELAKIS Emmanouil (MCU-PH) *disponibilité*  
DUBOURG Grégory (MCU-PH)  
GOURIET Frédérique (MCU-PH)  
NOUGAIREDE Antoine (MCU-PH)  
NINOVE Laetitia (MCU-PH)  
  
CHABRIERE Eric (PR) (64ème section)  
  
LEVASSEUR Anthony (PR) (64ème section)  
DESNUES Benoit (MCF) ( 65ème section )  
MERHEJ/CHAUVEAU Vicky (MCF) (87ème section)

**BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE 4401**

BARLIER/SETTI Anne (PU-PH)  
GABERT Jean (PU-PH)  
GUIEU Régis (PU-PH)  
OUAFIK L'Houcine (PU-PH)

BUFFAT Christophe (MCU-PH)  
FROMNOT Julien (MCU-PH)  
MOTTOLA GHIGO Giovanna (MCU-PH)  
ROMANET Pauline (MCU-PH)  
SAVEANU Alexandru (MCU-PH)

**ANGLAIS 11**

BRANDENBURGER Chantal (PRCE)

**BIOLOGIE CELLULAIRE 4403**

ROLL Patrice (PU-PH)  
  
FRANKEL Diane (MCU-PH)  
GASTALDI Marguerite (MCU-PH)  
KASPI-PEZZOLI Elise (MCU-PH)  
LEVY-MOZZICONNACCI Annie (MCU-PH)

**BIOLOGIE ET MEDECINE DU DEVELOPPEMENT  
ET DE LA REPRODUCTION ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5405**

METZLER/GUILLEMAIN Catherine (PU-PH)  
PERRIN Jeanne (PU-PH)  
DRH Campus Timone



GUEDJ Eric (PU-PH)  
 GUYE Maxime (PU-PH)  
 MUNDLER Olivier (PU-PH) *Surnombre*  
 TAIEB David (PU-PH)

BELIN Pascal (PR) (69ème section)  
 RANJEVA Jean-Philippe (PR) (69ème section)

CAMMILLERI Serge (MCU-PH)  
 VION-DURY Jean (MCU-PH)

BARBACARU/PERLES Teodora Adriana (MCF) (69ème section)

**BIostatistiques, Informatique Médicale  
 ET Technologies de Communication 4604**

GAUDART Jean (PU-PH)  
 GIORGI Roch (PU-PH)  
 MANCINI Julien (PU-PH)

CHAUDET Hervé (MCU-PH)  
 DUFOUR Jean-Charles (MCU-PH)  
 GIUSIANO Bernard (MCU-PH)

ABU ZAINEH Mohammad (MCF) (5ème section)  
 BOYER Sylvie (MCF) (5ème section)

**CHIRURGIE ORTHOPÉDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE 5002**

ARGENSON Jean-Noël (PU-PH)  
 BLONDEL Benjamin (PU-PH)  
 CURVALE Georges (PU-PH) *Surnombre*  
 FLECHER Xavier (PU-PH)  
 PARRATTE Sébastien (PU-PH) *Disponibilité*  
 ROCHWERGER Richard (PU-PH)  
 TROPIANO Patrick (PU-PH)

OLLIVIER Matthieu (MCU-PH)

**CANCEROLOGIE ; RADIOTHERAPIE 4702**

BERTUCCI François (PU-PH)  
 CHINOT Olivier (PU-PH)  
 COWEN Didier (PU-PH)  
 DUFFAUD Florence (PU-PH)  
 GONCALVES Anthony (PU-PH)  
 HOUVENAEGHEL Gilles (PU-PH)  
 LAMBAUDIE Eric (PU-PH)  
 SALAS Sébastien (PU-PH)  
 VIENS Patrice (PU-PH)

SABATIER Renaud (MCU-PH)  
 TABOURET Emeline (MCU-PH)

AVIERINOS Jean-François (PU-PH)  
 BONELLO Laurent (PU-PH)  
 BONNET Jean-Louis (PU-PH)  
 CUISSET Thomas (PU-PH)  
 DEHARO Jean-Claude (PU-PH)  
 FRANCESCHI Frédéric (PU-PH)  
 HABIB Gilbert (PU-PH)  
 PAGANELLI Franck (PU-PH)  
 THUNY Franck (PU-PH)

**CHIRURGIE VISCÉRALE ET DIGESTIVE 5202**

BERDAH Stéphane (PU-PH)  
 DELPERO Jean-Robert (PU-PH) *Surnombre*  
 HARDWIGSEN Jean (PU-PH)  
 MOUTARDIER Vincent (PU-PH)  
 SEBAG Frédéric (PU-PH)  
 SIELEZNEFF Igor (PU-PH)  
 TURRINI Olivier (PU-PH)

BEGE Thierry (MCU-PH)  
 BEYER-BERJOT Laura (MCU-PH)  
 BIRNBAUM David (MCU-PH)  
 DUCONSEIL Pauline (MCU-PH)  
 GUERIN Carole (MCU-PH)

**CHIRURGIE INFANTILE 5402**

GUYE Jean-Michel (PU-PH) *Surnombre*  
 JOUVE Jean-Luc (PU-PH)  
 LAUNAY Franck (PU-PH)  
 MERROT Thierry (PU-PH)  
 VIEHWEGER Heide Elke (PU-PH)  
 FAURE Alice (MCU-PH)  
 PESENTI Sébastien (MCU-PH)

LOUIS-BORRIONE Claude (PR associé des Universités)

**CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE 5503**

CHOSSEGROS Cyrille (PU-PH)  
 GUYOT Laurent (PU-PH)  
 FOLETTI Jean-Marc (MCU-PH)



**CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE 5103**

COLLART Frédéric (PU-PH)  
 D'JOURNO Xavier (PU-PH)  
 DODDOLI Christophe (PU-PH)  
 GARIBOLDI Vlad (PU-PH)  
 MACE Loïc (PU-PH)  
 THOMAS Pascal (PU-PH)

FOUILLOUX Virginie (MCU-PH)  
 TROUSSE Delphine (MCU-PH)

**CHIRURGIE PLASTIQUE,****RECONSTRUCTRICE ET ESTHETIQUE ; BRÛLOGIE 5004**

CASANOVA Dominique (PU-PH)  
 LEGRE Régis (PU-PH)

BERTRAND Baptiste (MCU-PH)  
 HAUTIER/KRAHN Aurélie (MCU-PH)

**CHIRURGIE VASCULAIRE ; MEDECINE VASCULAIRE 5104**

ALIMI Yves (PU-PH)  
 AMABILE Philippe (PU-PH)  
 BARTOLI Michel (PU-PH)  
 BOUFI Mourad (PU-PH)  
 MAGNAN Pierre-Edouard (PU-PH)  
 PIQUET Philippe (PU-PH)  
 SARLON-BARTOLI Gabrielle (PU PH)

**GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE ; ADDICTOLOGIE 5201**

BARTHET Marc (PU-PH)  
*BERNARD Jean-Paul (PU-PH) retraite au 25/11/2019*  
*BOTTA-FRIDLUND Danielle (PU-PH) Surnombre*  
 DAHAN-ALCARAZ Laetitia (PU-PH)  
 GEROLAMI-SANTANDREA René (PU-PH)  
 GRANDVAL Philippe (PU-PH)  
 GRIMAUD Jean-Charles (PU-PH)  
 SEITZ Jean-François (PU-PH)  
 VITTON Véronique (PU-PH)

**HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE ET CYTOGENETIQUE 4202**

LEPIDI Hubert (PU-PH)  
 LEPIDI Hubert (PU-PH)

PAULMYER/LACROIX Odile (MCU-PH)

GONZALEZ Jean-Michel (MCU-PH)

**DERMATOLOGIE - VENEREOLOGIE 5003**

BERBIS Philippe (PU-PH)  
 DELAPORTE Emmanuel (PU-PH)  
 GAUDY/MARQUESTE Caroline (PU-PH)  
 GROB Jean-Jacques (PU-PH)  
 RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth (PU-PH)

**GENETIQUE 4704**

BEROUD Christophe (PU-PH)  
 KRAHN Martin (PU-PH)  
 LEVY Nicolas (PU-PH)  
 SARLES/PHILIP Nicole (PU-PH)

**DUSI**

COLSON Sébastien (MCF)

NGYUEN Karine (MCU-PH)  
 TOGA Caroline (MCU-PH)  
 ZATTARA/CANNONI Hélène (MCU-PH)

BOURRIQUEN Maryline (MAST)  
 EVANS-VIALLAT Catherine (MAST)  
 LUCAS Guillaume (MAST)  
 MAYEN-RODRIGUES Sandrine (MAST)  
 MELLINAS Marie (MAST)  
 ROMAN Christophe (MAST)  
 TRINQUET Laure (MAST)

**GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5403**

AGOSTINI Aubert (PU-PH)  
*BOUBLI Léon (PU-PH) Surnombre*  
 BRETELLE Florence (PU-PH)  
 CARCOPINO-TUSOLI Xavier (PU-PH)  
 COURBIERE Blandine (PU-PH)  
 CRAVELLO Ludovic (PU-PH)  
 D'ERCOLE Claude (PU-PH)

**ENDOCRINOLOGIE ,DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES ;  
GYNECOLOGIE MEDICALE 5404**

BRUE Thierry (PU-PH)  
 CASTINETTI Frédéric (PU-PH)  
 CUNY Thomas (MCU PH)

AUQUIER Pascal (PU-PH)  
 BERBIS Julie (PU-PH)  
 BOYER Laurent (PU-PH)  
 GENTILE Stéphanie (PU-PH)  
 SAMBUC Roland (PU-PH) Surnombre  
 THIRION Xavier (PU-PH)

BLAISE Didier (PU-PH)  
 COSTELLO Régis (PU-PH)  
 CHIARONI Jacques (PU-PH)  
 GILBERT/ALESSI Marie-Christine (PU-PH)  
 MORANGE Pierre-Emmanuel (PU-PH)  
 VEY Norbert (PU-PH)

LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude (MCU-PH)  
 RESSEGUIER Noémie (MCU-PH)

DEVILLIER Raynier (MCU PH)  
 GELSI/BOYER Véronique (MCU-PH)  
 LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina (MCU-PH)  
 LOOSVELD Marie (MCU-PH)  
 SUCHON Pierre (MCU-PH)

MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte (MCF)(06ème section)  
 TANTI-HARDOUIN Nicolas (PRAG)

POGGI Marjorie (MCF) (64ème section)

#### IMMUNOLOGIE 4703

#### MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE 4603

KAPLANSKI Gilles (PU-PH)  
 MEGE Jean-Louis (PU-PH)  
 OLIVE Daniel (PU-PH)  
 VIVIER Eric (PU-PH)

BARTOLI Christophe (PU-PH)  
 LEONETTI Georges (PU-PH)  
 PELISSIER-ALICOT Anne-Laure (PU-PH)  
 PIERCECCHI-MARTI Marie-Dominique (PU-PH)

FERON François (PR) (69ème section)

TUCHTAN-TORRENTS Lucile (MCU-PH)

BOUCRAUT Joseph (MCU-PH)  
 CHRETIEN Anne-Sophie (MCU PH)  
 DEGEORGES/VITTE Joëlle (MCU-PH)  
 DESPLAT/JEGO Sophie (MCU-PH)  
 ROBERT Philippe (MCU-PH)  
 VELY Frédéric (MCU-PH)

BERLAND/BENHAIM Caroline (MCF) (1ère section)

BOUCAULT/GARROUSTE Françoise (MCF) 65ème section)

#### MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION 4905

#### MALADIES INFECTIEUSES ; MALADIES TROPICALES 4503

BENSOUSSAN Laurent (PU-PH)  
 VITON Jean-Michel (PU-PH)

BROUQUI Philippe (PU-PH)  
 LAGIER Jean-Christophe (PU-PH)  
 MILLION Matthieu (PU-PH)  
 PAROLA Philippe (PU-PH)  
 STEIN Andréas (PU-PH)

#### MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL 4602

LEHUCHER/MICHEL Marie-Pascale (PU-PH)

ELDIN Carole (MCU-PH)

#### MEDECINE D'URGENCE 4805

BERGE-LEFRANC Jean-Louis (MCU-PH)  
 SARI/MINODIER Irène (MCU-PH)

KERBAUL François (PU-PH) détachement

MICHELET Pierre (PU-PH)

#### MEDECINE INTERNE ; GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT ; ADDICTOLOGIE 5301

BONIN/GUILLAUME Sylvie (PU-PH)  
 DISDIER Patrick (PU-PH)  
 DURAND Jean-Marc (PU-PH)  
 GRANEL/REY Brigitte (PU-PH)  
 HARLE Jean-Robert (PU-PH)  
 ROSSI Pascal (PU-PH)  
 SCHLEINITZ Nicolas (PU-PH)

BENYAMINE Audrey (MCU-PH)

EBBO Mikael (MCU-PH)

DRH Campus Timone

MAJ 01.09.2019

GENTILE Gaëtan (PR Méd. Gén. Temps plein)

CASANOVA Ludovic (MCF Méd. Gén. Temps plein)

ADNOT Sébastien (PR associé Méd. Gén. à mi-temps)

GUIDA Pierre (PR associé Méd. Gén. à mi-temps)

BARGIER Jacques (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

BONNET Pierre-André (MCF associé Méd. Gén à mi-temps)

CALVET-MONTREDON Céline (MCF associé Méd. Gén. à temps plein)

JANCZEWSKI Aurélie (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

NUSSLI Nicolas (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

ROUSSEAU-DURAND Raphaëlle (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

THERY Didier (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps) (nomination au 1/10/2019)

#### NUTRITION 4404

DARMON Patrice (PU-PH)

RACCAH Denis (PU-PH)

VALERO René (PU-PH)

ATLAN Catherine (MCU-PH) disponibilité

BELIARD Sophie (MCU-PH)

MARANINCHI Marie (MCF) (66ème section)

#### ONCOLOGIE 65 (BIOLOGIE CELLULAIRE)

CHABANNON Christian (PR) (66ème section)

SOBOL Hagay (PR) (65ème section)

#### OPHTALMOLOGIE 5502

DENIS Danièle (PU-PH)

HOFFART Louis (PU-PH) Disponibilité

MATONTI Frédéric (PU-PH) Disponibilité

#### OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE 5501

DESSI Patrick (PU-PH)

FAKHRY Nicolas (PU-PH)

GIOVANNI Antoine (PU-PH)

LAVIEILLE Jean-Pierre (PU-PH)

MICHEL Justin (PU-PH)

NICOLLAS Richard (PU-PH)

TRIGLIA Jean-Michel (PU-PH)

RADULESCO Thomas (MCU-PH)

REVIS Joana (MAST) (Orthophonie) (7ème Section)

BRUNET Philippe (PU-PH)

BURTEY Stéphanie (PU-PH)

DUSSOL Bertrand (PU-PH)

JOURDE CHICHE Noémie (PU PH)

MOAL Valérie (PU-PH)

#### NEUROCHIRURGIE 4902

DUFOUR Henry (PU-PH)

FUENTES Stéphane (PU-PH)

REGIS Jean (PU-PH)

ROCHE Pierre-Hugues (PU-PH)

SCAVARDA Didier (PU-PH)

CARRON Romain (MCU PH)

GRAILLON Thomas (MCU PH)

#### NEUROLOGIE 4901

ATTARIAN Sharham (PU PH)

AUDOIN Bertrand (PU-PH)

AZULAY Jean-Philippe (PU-PH)

CECCALDI Mathieu (PU-PH)

EUSEBIO Alexandre (PU-PH)

FELICIAN Olivier (PU-PH)

PELLETIER Jean (PU-PH)

MAAROUF Adil (MCU-PH)

#### PEDOPSYCHIATRIE; ADDICTOLOGIE 4904

DA FONSECA David (PU-PH)

POINSO François (PU-PH)

GUIVARCH Jokthan (MCU-PH)

#### PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE - PHARMACOLOGIE CLINIQUE; ADDICTOLOGIE 4803

BLIN Olivier (PU-PH)

FAUGERE Gérard (PU-PH) Surnombre

MICALLEF/ROLL Joëlle (PU-PH)

SIMON Nicolas (PU-PH)

BOULAMERY Audrey (MCU-PH)



RANQUE Stéphane (PU-PH)

LE COZ Pierre (PR) (17ème section)

CASSAGNE Carole (MCU-PH)

MATHIEU Marion (MAST)

L'OLLIVIER Coralie (MCU-PH)

TOGA Isabelle (MCU-PH)

## PHYSIOLOGIE 4402

## PEDIATRIE 5401

ANDRE Nicolas (PU-PH)

BARTOLOMEI Fabrice (PU-PH)

CHAMBOST Hervé (PU-PH)

BREGEON Fabienne (PU-PH)

DUBUS Jean-Christophe (PU-PH)

GABORIT Bénédicte (PU-PH)

GIRAUD/CHABROL Brigitte (PU-PH)

MEYER/DUTOUR Anne (PU-PH)

MICHEL Gérard (PU-PH)

TREBUCHON/DA FONSECA Agnès (PU-PH)

MILH Mathieu (PU-PH)

BARTHELEMY Pierre (MCU-PH)

OVAERT-REGGIO Caroline (PU-PH)

BONINI Francesca (MCU-PH)

REYNAUD Rachel (PU-PH)

BOULLU/CIOCCA Sandrine (MCU-PH)

TSIMARATOS Michel (PU-PH)

DADOUN Frédéric (MCU-PH) (disponibilité)

DELLIAUX Stéphane (MCU-PH)

COZE Carole (MCU-PH)

RUEL Jérôme (MCF) (69ème section)

FABRE Alexandre (MCU-PH)

THIRION Sylvie (MCF) (66ème section)

TOSELLO Barthélémy (MCU-PH)

## PSYCHIATRIE D'ADULTES ; ADDICTOLOGIE 4903

## PNEUMOLOGIE; ADDICTOLOGIE 5101

BAILLY Daniel (PU-PH)

ASTOUL Philippe (PU-PH)

LANCON Christophe (PU-PH)

BARLESI Fabrice (PU-PH)

NAUDIN Jean (PU-PH)

CHANEZ Pascal (PU-PH)

CERMOLACCE Michel (MCU-PH)

GREILLIER Laurent (PU PH)

## PSYCHOLOGIE - PSYCHOLOGIE CLINIQUE, PCYCHOLOGIE SOCIALE 16

REYNAUD/GAUBERT Martine (PU-PH)

AGHABABIAN Valérie (PR)

TOMASINI Pascale (MCU-PH)

## RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE 4302

## RHUMATOLOGIE 5001

BARTOLI Jean-Michel (PU-PH)

GUIS Sandrine (PU-PH)

CHAGNAUD Christophe (PU-PH)

LAFFORGUE Pierre (PU-PH)

CHAUMOITRE Kathia (PU-PH)

PHAM Thao (PU-PH)

GIRARD Nadine (PU-PH)

ROUDIER Jean (PU-PH)

JACQUIER Alexis (PU-PH)

MOULIN Guy (PU-PH)

PANUEL Michel (PU-PH)

PETIT Philippe (PU-PH)

VAROQUAUX Arthur Damien (PU-PH)

VIDAL Vincent (PU-PH)

## THERAPEUTIQUE; MEDECINE D'URGENCE; ADDICTOLOGIE 4804

AMBROSI Pierre (PU-PH)

VILLANI Patrick (PU-PH)

STELLMANN Jan-Patrick (MCU-PH)

DAUMAS Aurélie (MCU-PH)

## REANIMATION MEDICALE ; MEDECINE URGENCE 4802

## UROLOGIE 5204

GAINNIER Marc (PU-PH)

BASTIDE Cyrille (PU-PH)

GERBEAUX Patrick (PU-PH)

KARSENTY Gilles (PU-PH)

PAPAZIAN Laurent (PU-PH)

LECHEVALLIER Eric (PU-PH)

ROCH Antoine (PU-PH)

ROSSI Dominique (PU-PH)

HRAIECH Samir (MCU-PH)

MAJ 01.09.2019

# REMERCIEMENTS

*A mon Maître et Présidente du jury, le Professeur Danièle DENIS*

*Vous me faites l'honneur de présider ma thèse. Je vous remercie pour votre enseignement en ophtalmo-pédiatrie et votre bienveillance envers les internes. Vous êtes pour nous un exemple de travail et de passion et ce fût un réel plaisir de travailler à vos côtés.*

*Soyez assurée de ma profonde gratitude et de tout mon respect.*

*A mon Maître et membre du jury, le Professeur Thierry DAVID*

*Je vous remercie d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse. Je n'ai malheureusement pas eu le plaisir de travailler avec vous mais l'ophtalmologie marseillaise est heureuse de vous compter dans ses rangs.*

*Veillez recevoir le témoignage de mon immense considération.*



*A mon Maître et membre du jury, le Professeur Bernard RIDINGS*

*Je vous remercie d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse. J'ai eu plaisir à vous assister au bloc opératoire pendant l'un de mes semestres d'interne à la Timone et j'en garde un excellent souvenir.*

*Soyez assuré de ma profonde reconnaissance et de tout mon respect.*

*A mon Maître et Directrice de thèse, le Docteur Lauren SAUVAN*

*Je te remercie de m'avoir proposée ce sujet de thèse, traitant à la fois de glaucome et d'ophtalmopédiatrie, deux spécialités passionnantes en ophtalmologie. Je suis admirative de tes connaissances en la matière, de ton travail et de ta rigueur. Au-delà de tes compétences scientifiques et médicales, j'admire la personne que tu es. Attentionnée et dévouée pour tes patients, j'ai par ailleurs grandement apprécié ton humour et ta spontanéité. Que de fous rires avec toi ! Merci pour ta gentillesse, et ton aide si précieuse à l'élaboration de ce travail de thèse. Ce fût un vrai bonheur de travailler à tes côtés. Au plaisir de te retrouver sur les pistes de ski !*

*Avec toute mon amitié.*

*A mon fils Marius, mon rayon de soleil, le plus beau cadeau que la vie m'ait donnée. Quelle fierté d'être ta maman ! Tu voudras peut-être à ton tour devenir médecin ou pompier, boulanger... qu'importe ! Avec beaucoup de travail et une détermination sans faille, on arrive à tout dans la vie ! Suis tes rêves mon amour, papa et maman seront toujours à tes côtés. Je t'aime mon bébé.*

*A toi, mon Amour, mon r rou, mon mari, mon pilier, mon fidèle allié depuis toutes ces années ! Je crois que tu mérites le diplôme autant que moi aujourd'hui ! Merci de m'épauler depuis bientôt 12 ans... Après le lycée, les années Montpelli raines, Marseillaises...nous voilà désormais mariés et parents d'un merveilleux ninou ! Je nous souhaite le meilleur pour la suite...Tout simplement merci d'être toi et d'être là pour moi à chaque instant ! Tu es ma famille, je veux vieillir à tes côtés. Je t'aime fort.*

*A mes parents que j'admire tant, merci pour votre amour et votre soutien indéfectible tout au long de ce dur parcours qu'est la médecine ! Tu veux être docteur ma fille ? Mais quelle mouche l'a piquée ? Qu'à cela ne tienne, vous m'avez toujours accompagnée et soutenue.  a y est, après des années de travail et des milliers de feuilles de cours imprimées (merci papa !), le jour de ma thèse est enfin arrivé. Qu'il est loin le temps du foyer du carré du roi ! Finalement, le jeu en valait la chandelle, et je suis heureuse de lire cette fierté dans vos yeux aujourd'hui ! Merci pour votre amour, je vous aime fort.*

*A mes grands-parents. Une pensée émue pour mes papis qui ne sont malheureusement plus là aujourd'hui.*

*A mon papi Jeannot, que c'est dur d'écrire ces lignes. Je sais que tu aurais tant voulu être là aujourd'hui, le jour de ma soutenance de thèse, tu serais si fier dans ton beau costume ! Ton unique petite fille est devenue médecin et c'est en grande partie grâce   toi. Merci d'avoir toujours cru en moi et de m'avoir aid e avec mamie à contribuer à cette réussite. Tu vois, c'est rigolo, mais avec ce Covid et cette soutenance passée en petit comité, c'est finalement toi qui a la meilleure place pour assister à tout vue d'en haut. Tu me manques.*

*A ma mamie Francine, cuisinière hors pair, que c'était bon de partir à Montpellier la valise pleine de tes petits Tupperware ! Tu en auras passé des heures à te faire du souci pour moi, ces concours, ces études qui n'en finissaient plus ... Mais aujourd'hui, je sais que tu es fière de ta petite fille, même si ce qui compte le plus désormais ce sont les gazouillis de ton arrière-petit-fils Marius ! Que c'est bon de te voir sourire à nouveau ! Merci pour tout ! Je t'aime.*

*A mon papi Momo. La maladie t'a emporté bien trop tôt et d'ailleurs je crois que ma vocation pour la médecine et l'envie de soigner mon prochain est en partie née ce jour-là. Je me souviens que tu aimais pousser la chansonnette et que tu avais le sens de la formule. Nul doute que tu m'aurais écrit un joli mot en ce jour si particulier. D'ailleurs, quand je pense au beau discours de papa pour mon mariage, je me dis qu'il a dû tirer ça de toi ! Tu me manques, je t'aime.*

*A mamie Jo, toujours à l'affût du moindre article médical paraissant dans la presse ; j'aurais peut-être dû publier ma thèse dans la Provence ! Je sais que tu gardes précieusement la photo d'une soutenance de thèse à laquelle vous aviez assistée avec papi à Montpellier. Tu vas désormais pouvoir rajouter une nouvelle photo à ta collection, avec ta petite fille dessus cette fois ci ! Merci pour ton soutien, je t'aime.*

*A mes arrière-grands-parents qui me manquent.*

*A mon tonton Sylvain et Francine, ça y est c'est officiel, un deuxième médecin dans la famille ! Merci pour vos encouragements pendant toutes ces années, je vous embrasse.*

*A mes oncles et tantes, mes cousins cousines Mélanie, Olivier, Yannick. Merci pour votre soutien, je vous embrasse.*

*A mes filleules d'amour Alice et Elise.*

*A ma belle-famille. Merci pour votre gentillesse et votre soutien pendant toutes ces années. J'espère que vous ne m'en voudrez pas : pour une ophtalmo et ses micro-instruments chirurgicaux, « Docteur Marteau » ça risquait d'effrayer les patients ! Je vous embrasse tous bien fort.*

*A mes amies et amis*

*A ma Lolo, ma meilleure amie de toujours. Merci d'être là dans les bons comme dans les mauvais moments, je sais que je peux compter sur toi en toutes circonstances ! Merci de m'avoir choisie pour être la marraine de ma petite Alice d'amour. Je vous aime.*

*A Michèle et Laure, merci pour votre soutien et votre amitié depuis toutes ces années, je vous aime.*

*A Jess, Sandra, Charlotte, Fiona, Morgane il va bien falloir fêter ça autour de quelques shooters de tequilas ! I love you girls.*

*A mes amies de Montpellier, ça y est nous sommes officiellement toutes devenues médecin !*

*Morgane, ma fidèle alliée depuis la P1, que de chemin parcouru depuis le Carré du roi ! Perfectionniste, attentionnée, et très dévouée dans ton travail, tu es une perle pour les patients fragiles dont tu vas t'occuper. Merci pour ta gentillesse, merci d'être là tout simplement. Je te souhaite tout le bonheur possible, tu le mérites vraiment !*

*A Emily, the best in Montpellier, merci pour ta gentillesse et ton amitié. J'admire ta passion et ton dévouement pour la médecine, je suis sûre que tu iras loin ! Je t'embrasse.*

*A mes chefs*

*A l'équipe d'Arles, où tout a commencé !*

*Dr Antoine Khalil, c'est vous qui m'avez appris à faire un FO et même avec un V3M ! Un chef d'une grande générosité comme il en existe peu. Un stage qui se termine avec des fleurs et un bon resto, ça marque ! Dr Hugo Castejon, Marie-Pierre, Céline, Dominique... une équipe au top ! Je garde un très bon souvenir de mon premier semestre d'interne avec vous et c'est avec plaisir que je reviendrai travailler à vos côtés prochainement.*

*A l'équipe d'Avignon :*

*Dr Caroline Marc, Dr Céline Boulicot, Dr Marie Boulze-Pankert, j'ai passé un an très formateur à vos côtés ! Première fois que j'assistais à des chirurgies rétiniennes, dur dur de tenir correctement cette foutue lentille ! Merci pour votre gentillesse.*

*Aux Marseillais :*

*Aux nordistes avec qui j'ai effectué 3 semestres d'interne,*

*Dr Natacha Stolowy, tu manies les stats mieux que personne, ton aide m'a été si précieuse pour ce travail de thèse ! Cultivée, brillante et un talent certain pour les imitations, tu es une battante, je suis très heureuse de t'avoir rencontrée !*

*Dr Pierre Gascon, je t'ai d'abord connu comme interne, et même référent des internes, pour finalement être ton binôme rétine. Merci pour ces quelques mois très formateurs et pour ta patience au bloc ! Brillant dans ta surspé et apprécié des patients, ce fut un vrai plaisir de travailler à tes côtés !*

*Dr Marie Beylérian, la fille qui a tout pour elle, brillante, canon et d'une vraie gentillesse, les petits patients d'ophtalmopédiatrie ont de la chance de t'avoir !*

*Dr Isabelle Rendu, j'ai eu la chance d'être votre binôme pendant quelques mois. C'est ainsi que j'ai pu apprécier vos qualités humaines d'écoute et d'empathie envers vos patients. J'admire votre implication et votre engagement dans tout ce que vous*



*entrepreniez notamment pour le service. Merci pour vos enseignements et en particulier celui de la chirurgie de la cataracte en monomanuel !*

*Dr Geneviève Darrason, avec vous c'est trois bisex, ça me rappelle mon chez moi !  
Merci pour votre gentillesse et votre bienveillance.*

*Dr Alban Comet, merci beaucoup pour ta gentillesse, ton savoir et ta disponibilité pour les internes, c'est appréciable d'avoir quelqu'un sur qui l'on puisse compter en toutes circonstances.*

*Dr Aurore Aziz, merci pour ta douceur, ton accueil et ta générosité. J'ai beaucoup appris à tes côtés. Après quelques années passées avec Ambre, ce fut un vrai plaisir de travailler avec sa sœur aînée ! Je t'embrasse.*

*Dr Emilie Zanin, merci pour votre savoir, votre rigueur, votre humanité et votre gentillesse. Je regrette de ne pas avoir eu la chance de passer en binôme avec vous.*

*Dr Benjamin Donnadiou, merci pour ta gentillesse et ta disponibilité, ce fut un vrai plaisir de travailler avec toi.*

*Dr Eve Hadjadj, une belle blonde montée sur talons, merci pour ta gentillesse et ta générosité. Très disponible et dévouée pour tes petits patients, je garde un excellent souvenir de mon semestre à Sainte Marguerite à tes côtés !*

*A l'équipe soignante : Corinne, une vraie maman pour les internes, d'une gentillesse incroyable dans ta veste polaire vert d'eau ; Camille, un vraie bout en train ; merci de chouchouter les internes comme vous le faites si bien.*

*Aux timoniens,*

*Dr Frédéric Matonti, merci pour votre enseignement, votre gentillesse et votre disponibilité.*

*Dr Louis Hoffart, merci pour votre expertise en segment antérieur.*

*Merci aussi aux docteurs Hélène Proust, Héléna Guigue, Magali Sampo, Gaëlle Ho Wang Yin avec qui j'ai eu plaisir de travailler pendant mon semestre à la Timone.*

*Aux chefs d'ORL : Dr Christian Tort, Dr Fadi Alshawareb, Dr Omar Midoun : Comme une impression d'être en premier semestre alors que je finis bientôt mon internat !*

*Pourtant, vous m'avez accueillie avec indulgence dans votre service, en ces temps si particuliers marqués par le Covid.*

*A mes cointernes*

*A la promo 2015 :*

*Thomas, ça a été un plaisir de travailler avec toi, tu es un cointerne sur qui on peut compter. Régale-toi bien dans les montagnes. Rose te passe son bonjour 😊*

*Florian, le mec hyper efficace et toujours le sourire, l'ophtalmologie marseillaise a de la chance de t'avoir ! Je t'envoierai mes patients qui voudront se faire de jolies paupières !*

*Nathanael, merci pour ta gentillesse et ton dévouement dans ton travail, je suis sûre que tu seras un très bon assistant !*

*Lorène, un petit bout de femme monté sur piles, tu as finalement quitté les bancs d'ophtalmo pour soigner les patients cancéreux, quel courage ! Bonne continuation à toi !*

*Aux plus vieux :*

*Marie C. une gentillesse rare, un humour décapant et une grande générosité, bonne continuation chez les corses !*

*Anne, merci pour ta gentillesse. Tu m'as montrée qu'être interne et maman à la fois n'étaient pas incompatibles !*

*Francesco, toujours prêt à rendre service, merci pour ta grande gentillesse.*

*Nico, le chirurgien inné, merci pour ton humour et ta décontraction.*

*Mickaël, toujours dispo pour rendre service, merci pour les bons plans remplas !*

*Aux plus jeunes :*

*Emmanuelle, une belle brune bouclée, toujours disponible pour le service et tes cointernes, j'admire ton investissement et ton travail, les petits patients ont beaucoup de chance de t'avoir !*

*Arthur, bientôt papa, je te préviens, les gardes d'ophtalmo c'est peanuts à côté des nuits que tu vas passer ! Merci pour ta gentillesse.*

*Allan, la force tranquille, ou comment croire qu'il sait même quand il ne sait pas 😊, bonne continuation à toi.*

*Hugo et Thibault, les deux acolytes, obligés de vous faire la dédicace en même temps ! Toujours en train de faire des blagues ces deux-là. Pour autant, vous êtes toujours partant pour prêter main forte à vos co-internes, c'était un plaisir de vous avoir connus les gars !*

*Florence, tu es quelqu'un de brillant ! Merci pour ta gentillesse, ta patience, et ton aide précieuse au bloc pour ma thèse.*

*Kévin, le mec qui t'explique avec une facilité déconcertante la neuro-ophtalmo, ce n'est pas donné à tout le monde ! Merci pour ton aide au bloc pour mes mesures Icare.*

*Mickaël, merci pour ta grande gentillesse, c'est très agréable de bosser avec quelqu'un de posé et d'appliqué comme toi.*

*Mathilde, merci de m'avoir repris tant de gardes ! Mon porte-monnaie, lui, ne te remercie pas 😊 J'admire ton dévouement et ta volonté dans tout ce que tu entreprends, je suis sûre que tu iras loin !*

*Prithvi, rétinologue en herbe. Bravo pour ton travail et ton implication dans la recherche médicale.*

*Loïc, Victoire, Charles, Céline, Chafic (imitateur officiel de Michèle et ses anchgioooooos 😊), Ruben F, Ruben A.... ce fut un vrai plaisir de vous connaître.*

*Merci à tous pour tous ces bons moments passés à vos côtés... !*

# SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	4
2. MATERIEL ET METHODES.....	5
2.1. Schéma expérimental.....	5
2.2. Objectif .....	5
2.3. Population .....	5
2.3.1. Critères d'inclusion.....	5
2.3.2. Critères d'exclusion.....	5
2.4. Protocole .....	5
2.5. Critère de jugement principal.....	7
2.6. Critère de jugement secondaire .....	7
2.7. Analyses statistiques .....	7
3. RESULTATS .....	8
3.1. Caractéristiques cliniques et démographiques de la population étudiée .....	8
3.2. Comparaison des deux méthodes de mesure de la PIO : corrélation et concordance des 2 méthodes de mesure .....	9
3.3. Recherche de facteurs explicatifs de la différence de PIO entre les deux méthodes de mesure .....	12
4. DISCUSSION .....	13
5. CONCLUSION .....	17

## TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Comparaison de la PIO mesurée à l'Icare et au Perkins.....	10
Figure 2 : Relation entre la PIO mesurée à l'Icare et la PIO mesurée au Perkins selon le test de Pearson dans la population étudiée.....	10
Figure 3 : Evaluation de l'entente entre les deux méthodes de mesure de la PIO selon le test de Bland-Altman dans la population étudiée : différence de PIO (PIO Icare – PIO Perkins) en fonction de la PIO moyenne. ....	11

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques démographiques et cliniques des patients inclus .....	8
Tableau 2 : Paramètres mesurés au sein de la population étudiée .....	9
Tableau 3 : Bland-Altman pour les différents sous-groupes de patients étudiés .....	12

# RESUME DE L'ARTICLE

## Objectif

Le but de notre étude était de comparer la tonométrie à aplanation de Perkins et la tonométrie à rebond d'Icare, en évaluant leur corrélation et leur concordance, au sein d'une population pédiatrique diversifiée examinée sous anesthésie générale.

## Matériel et méthodes

138 yeux de 72 enfants examinés sous anesthésie générale ont été inclus consécutivement. La moyenne d'âge était de 2.87 +/- 3.42 années. La pression intra-oculaire a été successivement mesurée à l'aide du tonomètre à aplanation de Perkins puis du tonomètre à rebond d'Icare Ic200. Les mesures de pachymétrie centrale ultrasonique et de longueur axiale ont également été relevées.

## Résultats

Les mesures de PIO obtenues avec les deux tonomètres étaient statistiquement et significativement fortement corrélées ( $r = 0.8$ ,  $p < 0.001$ ) bien que l'Icare surestime en moyenne la PIO de 3,37 mmHg (DS+/-4,48). Le graphique de Bland-Altman a montré que la concordance entre les deux tonomètres était modérée ; les limites de concordance à 95% s'étendaient de -5.41 à +12.15 mmHg ( $r = 0.5$ ,  $p < 0.001$ ). La différence de PIO entre les deux tonomètres était faiblement mais significativement corrélée à la PIO moyenne ( $r = 0.52$  ;  $p = 0.006$ ) et à la pachymétrie ( $r = 0.38$  ;  $p = 0.0007$ ). En revanche, aucune corrélation n'était retrouvée avec la longueur axiale.

## Conclusion

Dans notre étude, les valeurs de PIO obtenues à l'aide des tonomètres à aplanation de Perkins et à rebond Icare Ic200 étaient bien corrélées. L'Icare avait tendance à surestimer la PIO, en particulier pour les valeurs de PIO hautes. Cependant, aucune sous-estimation de PIO n'a été retrouvée avec cet appareil d'où son intérêt dans le dépistage du glaucome chez les enfants.

Mots clés : Glaucome congénital, Enfants, Tonomètre, Perkins, Icare Ic200



# TRAVAIL DE THESE

## 1. INTRODUCTION

Le glaucome est l'une des principales causes de déficience visuelle chez l'enfant (1,2). Il est capital de pouvoir le diagnostiquer suffisamment tôt afin de le traiter efficacement. Pour cela, la mesure de la pression intra-oculaire (PIO) est primordiale. Or, chez l'enfant, du fait d'une faible coopération lors de l'examen ophtalmologique, cette mesure de la PIO n'est pas toujours aisée et justifie souvent le recours à un examen sous sédation ou anesthésie générale (AG) pour porter un diagnostic de glaucome.

Actuellement, le gold standard repose sur la tonométrie à aplanation de Goldman (3). En décubitus dorsal, c'est le tonomètre à aplanation de Perkins (Perkins ; Clement-Clarke, Haag-Streit, UK) qui est classiquement utilisé. Il s'agit d'un dérivé portable du tonomètre à aplanation de Goldman et leur fiabilité est comparable (4,5).

De nouvelles technologies en matière de tonométrie, plus faciles à réaliser, sont désormais disponibles sur le marché. Parmi elles, le tonomètre à rebond Icare (Icare, Tiolat Oy, Helsinki, Finland) présente plusieurs avantages. Indolore, il ne nécessite aucune instillation de collyre anesthésique. Portable et facile à utiliser, il ne nécessite pas de coopération particulière de la part du patient (6). Son utilisation pourrait donc être particulièrement intéressante dans le dépistage du glaucome chez les enfants car il pourrait permettre de limiter le nombre d'examens sous AG si la PIO était facilement mesurable en consultation.

De récentes études (7,8) montrent en effet des résultats prometteurs avec une bonne corrélation entre les valeurs de PIO mesurées à l'Icare et celles mesurées à l'aide du tonomètre de Perkins. Cependant, ces études ont été menées, pour la plupart, chez un faible nombre de patients (9), chez des patients sains (10,11), des adultes (8,12) ou bien uniquement dans certaines pathologies d'ophtalmopédiatrie (7,13).

La présente étude a donc pour but de comparer la tonométrie à aplanation Perkins et la tonométrie à rebond Icare en évaluant leur corrélation et leur concordance chez des enfants examinés sous AG dans différentes populations pédiatriques rencontrées en pratique courante.

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1. Schéma expérimental

Cette étude prospective de type cohorte analytique, monocentrique, a été menée au sein du Centre Hospitalo-Universitaire (CHU) Nord à Marseille, en France, entre Novembre 2019 et Mars 2020. Au total, 138 yeux de 72 enfants ont été inclus.

### 2.2. Objectif

L'objectif de cette étude était de comparer et évaluer la corrélation entre les valeurs de pression intra-oculaire mesurées à l'aide du tonomètre à rebond Icare ic200 (Icare, Tiolat Oy, Helsinki, Finland) versus le tonomètre à aplanation Perkins (Perkins ; Clement-Clarke, Haag-Streit, UK) au sein d'une population pédiatrique examinée sous AG. A terme, si les valeurs de PIO mesurées à l'Icare étaient comparables à celles obtenues avec le Perkins, cela permettrait de réduire le nombre d'examens sous AG et ainsi limiter l'impact des anesthésies répétées chez les enfants.

### 2.3. Population

#### 2.3.1. Critères d'inclusion

Etaient inclus tous les patients consécutifs âgés de 0 à 18 ans, devant bénéficier d'un examen sous anesthésie générale durant la période concernée et ayant bénéficié d'une mesure de leur PIO à l'aide des deux appareils de mesure Perkins et Icare ic200.

#### 2.3.2. Critères d'exclusion

Etaient exclus les patients âgés de plus de 18 ans et les enfants pour lesquels les données de mesure de pression intra-oculaire étaient insuffisantes.

### 2.4. Protocole

Les patients analysés étaient tous à jeun. Le protocole anesthésique consistait en l'inhalation de sevoflurane uniquement. Après induction anesthésique, les enfants bénéficiant d'un examen sous AG seul étaient ventilés à l'aide d'un masque laryngé, alors que les patients devant subir une intervention chirurgicale étaient intubés.

Toutes les mesures de notre étude ont été effectuées sous anesthésie profonde, c'est-à-dire durant la phase de ventilation mécanique.

Les mesures ont été réalisées par 8 opérateurs différents au cours de l'étude.

Pour chaque patient, le tonus oculaire était successivement mesuré à l'aide du tonomètre à aplanation de Perkins (Perkins ; Clement-Clarke, Haag-Streit, UK) puis du tonomètre à rebond Icare ic200 (Icare, Tiolat Oy, Helsinki, Finland). Cet ordre de mesure a été choisi de sorte que, lors de la mesure subjective de la PIO au Perkins, l'opérateur ne soit pas influencé par la valeur de PIO obtenue automatiquement à l'Icare. La valeur de PIO retenue pour ce dernier appareil était la moyenne des 6 mesures effectuées automatiquement.

Le tonomètre à aplanation Perkins (Perkins ; Clement-Clarke, Haag-Streit, UK), utilisable notamment en décubitus dorsal, constitue, à ce jour, le gold standard en tonométrie portable. Son principe de fonctionnement repose sur la loi d'Imbert et Fick. Pour l'utiliser, il faut instiller au préalable une goutte de collyre anesthésique et de fluorescéine puis tourner manuellement une molette afin que les deux demi-cercles de fluorescéine (ou hémi-mires) s'affrontent symétriquement par leurs extrémités.

L'Icare ic200 (Icare, Tiolat Oy, Helsinki, Finland) est, quant à lui, un tonomètre à rebond qui ne nécessite aucune anesthésie de contact. Son principe de fonctionnement repose sur la mesure de la vitesse de retour d'une fine tige métallique après un impact sur la cornée. Plus la PIO est élevée, plus la vitesse de rebond sera rapide.

Les mesures suivantes étaient également effectuées : pachymétrie centrale ultrasonique, longueur axiale (LA) avec échographie mode A, diamètres cornéens vertical et horizontal et mesure du rapport cup/disc.

Par ailleurs, pour chaque patient, étaient relevés ses antécédents ophtalmologiques. En cas d'antécédent de glaucome, étaient spécifiés : le type de glaucome, un antécédent de chirurgie et son délai par rapport à notre examen, la prise d'un traitement hypotonisant (classes médicamenteuses et nombre de molécules administrées). En cas d'antécédent de cataracte congénitale étaient spécifiés : un

antécédent de chirurgie et donc le statut cristallinien (phaque / pseudophaque / aphaque) et le délai de cette chirurgie par rapport à l'examen.

Un consentement éclairé a été obtenu de la part de l'ensemble des représentants légaux des patients et l'étude a été menée en respectant les principes éthiques de la Déclaration d'Helsinki.

## 2.5. Critère de jugement principal

Le critère de jugement principal consistait à comparer les mesures pressionnelles obtenues avec le tonomètre Icare Ic200 et le tonomètre Perkins chez des enfants sous AG.

## 2.6. Critère de jugement secondaire

Les critères de jugement secondaires étaient d'évaluer la corrélation entre les deux méthodes de mesure de PIO au sein de différents sous-groupes (glaucomateux ou non, aphaques ou non, âge inférieur ou supérieur à 3 ans).

## 2.7. Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R utilisant les fonctions ggplot2, tidyr, dplyr, Rmisc, RColorBrewer et psych.

Le test Kruskal-Wallis a été utilisé pour comparer les variables quantitatives continues entre plus de 3 sous-groupes.

La force de la corrélation entre les deux méthodes de mesure était évaluée à l'aide du test de Pearson.

La concordance entre les deux méthodes de mesure de la PIO était analysée à l'aide du graphique de Bland-Altman.

Différentes analyses univariées et multivariées ont été réalisées pour tenter d'expliquer la différence de résultats entre les mesures de PIO obtenues au Perkins et à l'Icare. Des variables pertinentes ont été incluses dans un modèle de régression linéaire multiple et sélectionnées lors d'une procédure par étape.

Une valeur de petit  $p < 0.05$  était considérée comme statistiquement significative.

### 3. RESULTATS

#### 3.1. Caractéristiques cliniques et démographiques de la population étudiée

<b>72 patients (138 yeux)</b>			<b>Nombre de patients (%)</b>	
Sexe	Masculin		39 (54%)	
	Féminin		33 (46%)	
Motif de consultation	Glaucome N = 36 (50%)	Congénital	28	
		Aphaque	4	
		Juvénile	2	
		Sturge Weber	1	
		Myope	1	
	Cataracte congénitale N = 20 (28%)	Phaques	3	
		Pseudophaques	5	
		Aphaques	12	
	Autres N = 16 (22%)	Dépistage de glaucome (excavation papillaire / myopisation / antécédent familial)	5	
		Atrophie optique	1	
		Maladie de Coats	2	
		Membrane pupillaire persistante	2	
		Trisomie 21	1	
Plaie du globe		1		
Aniridie		1		
Xanthogranulome juvénile irido-cornéen		2		
Syndrome de Crouzon	1			
Antécédent de chirurgie filtrante			32 (44.4%)	
Prise d'un traitement hypotonisant	Non		57 (79.2%)	
	Oui N = 15	Nombre de molécules	Monothérapie	8 (11.1%)
			Bithérapie	2 (2.8%)
			Trithérapie	4 (5.6%)
			Quadrithérapie	1 (1.4%)
	Oui N = 15	Type de molécule	Bétabloquant	7 (9.7%)
			Prostaglandine	6 (8.3%)
			Inhibiteur de l'anhydrase carbonique	13 (18.1%)
Alpha-2-adrénergique			1 (1.4%)	

Tableau 1 : Caractéristiques démographiques et cliniques des patients inclus

<b>Paramètres (unité de mesure)</b>	<b>Moyenne +/- écart-type (minimum ; maximum)</b>
Age (années)	2.87 +/- 3.42 (0.15 ;17.4)
Pachymétrie (um)	550.71 +/- 74.08 (423 ;800)
Longueur axiale (mm)	21.46 +/- 2.01 (16.14 ;28.5)
Diamètre cornéen moyen (mm)	11.56 +/- 1.01 (8.25 ;15)
PIO avec le tonomètre Perkins (mmHg)	10.06 +/- 5.20 (4 ;37)
PIO avec le tonomètre Icare (mmHg)	13.43 +/- 7.43 (4 ;46)

*Tableau 2 : Paramètres mesurés au sein de la population étudiée*

Dans cette étude, après analyse de 88 patients, 138 yeux (70 yeux droits et 68 yeux gauches) de 72 enfants ont été inclus.

16 patients ont été exclus par insuffisance de mesures.

Parmi les 72 patients inclus dans notre étude, 54% étaient de sexe masculin (Tableau 1). La moyenne d'âge était de 2.87 +/- 3.42 années (Tableau 2)

La moyenne de PIO mesurée avec la méthode Icare était de 13.43 +/- 7.43 mmHg [min 4 ; max 46] versus 10.06 +/- 5.20 mmHg [min 4 ; max 37] avec la méthode de Perkins ( $p < 0.001$ ), soit une différence moyenne de 3.37 +/- 4.48 entre les deux tonomètres (Figure 1).

### 3.2. Comparaison des deux méthodes de mesure de la PIO : corrélation et concordance des 2 méthodes de mesure

Afin d'évaluer l'accord des mesures de PIO faites par les deux appareils, nous avons analysé la corrélation (test de Pearson) et la concordance (test de Bland-Altman) de leurs mesures respectives.

Le test de Pearson retrouvait une forte corrélation entre les deux méthodes de mesure (Figure 2) avec un coefficient de corrélation  $r = 0.8$ ,  $p < 0.001$

Cette corrélation était meilleure dans le sous-groupe des patients suivis pour glaucome ( $r = 0.84$ ,  $p < 0.001$ ) que dans le sous-groupe autres ( $r = 0.67$ ,  $p < 0.001$ ).

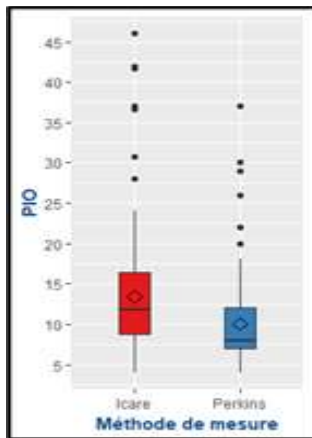


Figure 1 : Comparaison de la PIO mesurée à l'Icare et au Perkins.

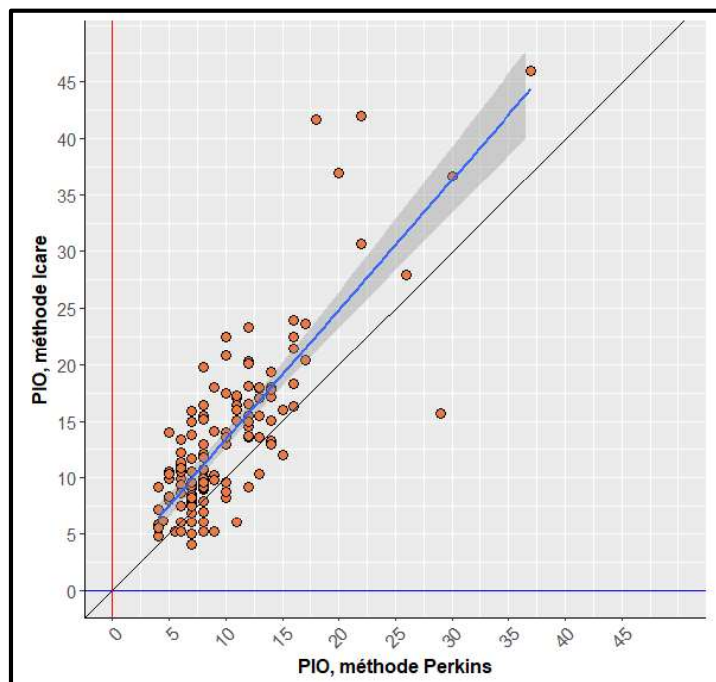
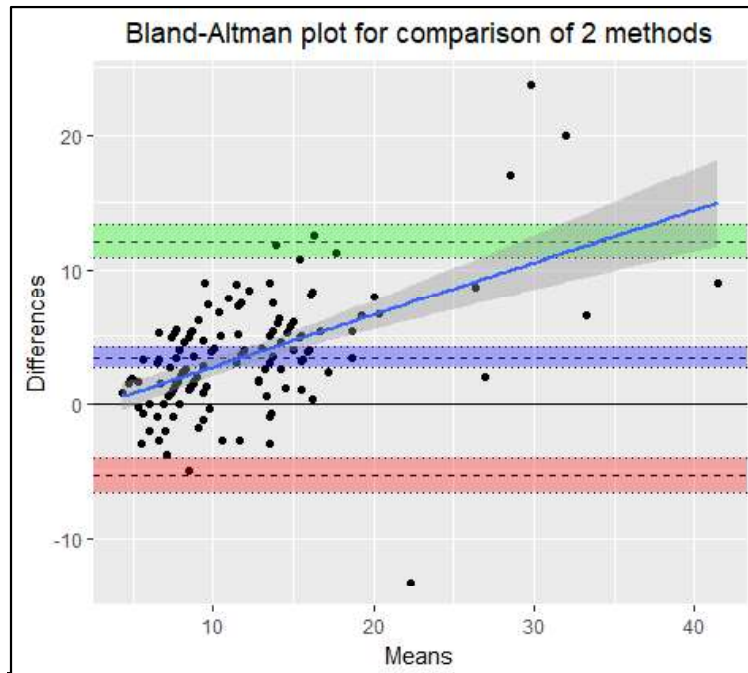


Figure 2 : Relation entre la PIO mesurée à l'Icare et la PIO mesurée au Perkins selon le test de Pearson dans la population étudiée.

Il a ensuite été évalué la concordance entre les deux méthodes de mesures grâce au test de Bland-Altman (Figure 3)

Le couloir bleu en pointillés représente la concordance moyenne. Le couloir vert représente la limite de concordance maximale (moyenne + 2 déviations standard (DS)) tandis que le couloir orange représente la limite de concordance minimale (moyenne - 2 DS). La droite bleue représente la corrélation entre la différence des PIO et la PIO moyenne. Cette corrélation est de  $r = 0.5$ ,  $p < 0.001$ . Pour la totalité de notre échantillon de patients, la différence moyenne des mesures était de 3,37 mmHg (SD +/- 4,48) et les limites de concordance montraient que 95% des mesures se situaient entre -5.41 et +12.15 mmHg.



*Figure 3 : Evaluation de l'entente entre les deux méthodes de mesure de la PIO selon le test de Bland-Altman dans la population étudiée : différence de PIO (PIO Icare – PIO Perkins) en fonction de la PIO moyenne ; Une différence proche de zéro montre une bonne entente entre les deux mesures. Le couloir bleu en pointillés représente la concordance moyenne. Le couloir vert représente la limite de concordance maximale (moyenne + 2 déviations standard (DS)) tandis que le couloir orange représente la limite de concordance minimale (moyenne – 2 DS). La droite bleue représente la corrélation entre la différence des PIO et la PIO moyenne ( $r = 0.5$ ,  $p < 0.001$ )*

Concernant les analyses en sous-groupes, les résultats du test de Bland-Altman sont reportés dans le tableau 3. Les limites de concordance étaient variables en fonction des sous-groupes.

En effet, certains sous-groupes présentaient des limites de concordance plus étroites. Ceci était en faveur d'une meilleure concordance des valeurs de PIO entre les deux tonomètres dans ces populations. C'était notamment le cas pour les patients de moins de 3 ans [-4.89 ;10.69] et les non glaucomateux [-3.75 ;10.48]. A l'inverse, les aphaques présentaient des limites de concordance beaucoup plus larges [-4.45 ;16.95], donc une moins bonne concordance.



<b>Sous-groupes</b>	<b>Différence moyenne de PIO (mmHg)</b>	<b>Limite de concordance minimale</b>	<b>Limite de concordance maximale</b>
Glaucomateux	3.37	-6.86	13.59
Non glaucomateux	3.37	-3.75	10.48
< 3 ans	2.9	-4.89	10.69
Aphaques	6.25	-4.45	16.95

*Tableau 3 : Bland-Altman pour les différents sous-groupes de patients étudiés*

### 3.3. Recherche de facteurs explicatifs de la différence de PIO entre les deux méthodes de mesure

Pour tenter d'expliquer les différences de mesure de PIO entre l'Icare et le Perkins, des analyses univariées puis multivariées ont été réalisées.

Il a donc été testé de manière indépendante plusieurs variables telles que : l'âge du patient, la longueur axiale, la pachymétrie, la PIO moyenne, l'existence ou non d'un glaucome, le type de glaucome, le nombre de traitement hypotonisants, l'aphaquie.

Parmi ces variables, seules la pachymétrie ( $r = 0.38$  ;  $p = 0.0007$ ) et la PIO moyenne ( $r = 0.52$  ;  $p = 0.006$ ) étaient faiblement mais significativement corrélées à la différence de mesure [Icare-Perkins]. Ces résultats montraient donc que plus la PIO moyenne et la pachymétrie augmentaient, plus la différence de PIO entre l'Icare et le Perkins augmentait également.

## 4. DISCUSSION

Le gold standard actuel pour mesurer la PIO chez les enfants est le tonomètre à aplanation de Perkins. C'est un examen fiable mais difficile à réaliser dans une population pédiatrique, imposant souvent une anesthésie générale.

Récemment, de nouveaux appareils de mesure pressionnelle ont été développés dont l'Icare Ic200, plus simple d'utilisation. L'intérêt, à terme, serait de réduire le nombre d'exams sous AG grâce au développement de ces nouveaux appareils de mesure.

L'objectif de cette étude était de comparer les mesures des deux tonomètres : le Perkins et l'Icare Ic200 au sein d'une population pédiatrique examinée sous anesthésie générale.

Dans la cohorte, les deux méthodes de mesures étaient bien corrélées ( $r = 0.8$ ,  $p < 0.001$ ). Cette corrélation était meilleure dans le sous-groupe des patients suivis pour glaucome ( $r = 0.84$ ,  $p < 0.001$ ) que dans le sous-groupe autres ( $r = 0.67$ ,  $p < 0.001$ ). Cette différence pourrait être expliquée par une plus grande hétérogénéité des pathologies rencontrées au sein de ce dernier sous-groupe.

D'autres études ont retrouvé des résultats similaires au sein de différentes populations pédiatriques: en consultation (11), avec un antécédent de glaucome congénital sans (14) ou sous AG (17), présentant une aphaquie (15); mais également chez des adultes (16). Toutefois, aucune étude n'a comparé les deux tonomètres chez des enfants, toutes pathologies confondues, examinés sous AG. Ce travail montre pour la première fois la corrélation des deux méthodes dans une population pédiatrique de bas âge, diversifiée, et examinée sous AG.

Concernant la concordance des mesures entre les deux appareils, nos résultats montraient une concordance modérée des mesures  $[-5.41 ; +12.15 \text{ mmHg}]$  avec une surestimation de la PIO mesurée à l'Icare par rapport au Perkins. Dans notre cohorte, la moyenne de la différence de PIO entre les deux tonomètres était de 3.37 SD +/- 4.48.

D'autres auteurs ont également constaté cette surestimation de PIO par l'Icare mais celle-ci est un peu plus faible dans la littérature, aux alentours de 2 mmHg. Elle est

de 2.2 (+/- 3.4mmhg,  $p < 0.0001$ ) dans l'étude de Mendez-Hernandez et al., chez des enfants glaucomateux en bas âge (17). L'équipe de Serafino retrouve une différence moyenne de PIO de 1.97mmhg (+/- 1.23,  $p < 0.05$ ) chez des enfants aphaques ou strabiques (7). En consultation d'ophtalmopédiatrie, Esmael A et al. (14) retrouvent une différence de moyenne des PIO bien moindre avec une valeur de 0.59 (+/- 2.59 mmHg,  $p = 0.001$ ).

Ces différences de surestimation de la PIO pourraient s'expliquer par l'utilisation de modèles différents d'Icare entre la cohorte et les différentes études précédemment citées. Dans la cohorte, le modèle utilisé était l'Icare Ic200 alors que les études de Mendez-Hernandez (17) et Serafino (7) utilisaient l'Icare PRO et que l'équipe d'Esmael et al (14) utilisait le tonomètre IcTA01.

Pour expliquer la différence de mesures entre les deux appareils, les résultats ont retrouvé deux variables faiblement mais significativement corrélées à cette différence : la PIO moyenne ( $r = 0.52$  ;  $p = 0.006$ ) et la pachymétrie ( $r = 0.38$  ;  $p = 0.0007$ ). Plus la PIO moyenne était haute, plus la différence de PIO l'était également. Ces résultats étaient concordants avec ceux retrouvés dans la littérature (9) ; la différence de PIO est encore plus importante lorsque les valeurs de PIO dépassent 20 mmHg (10) voire 23 mmHg (18).

De la même façon, plus la pachymétrie était épaisse, plus la différence de PIO était importante entre les deux tonomètres ( $r = 0.38$  ;  $p = 0.0007$ ). Li Y. et al. retrouvent le même effet avec un faible coefficient de corrélation ( $r = 0.408$   $p < 0.001$ ) (15).

Aucune autre variable explicative n'a été retrouvée dans cette étude. En effet, selon les résultats, il ne semblait pas y avoir d'effet de l'âge. Aucune corrélation n'était retrouvée avec le diamètre cornéen et la longueur axiale n'était pas associée à une différence de PIO statistiquement significative.

Daxer et al. (23) évoquaient, quant à eux, un rôle possible de l'âge sur la différence de PIO. Ils ont montré dans une étude post mortem que le vieillissement modifie l'organisation des fibres de collagène du stroma cornéen, ce qui pourrait avoir des conséquences sur la mesure de la PIO.

D'autres articles (15) vont dans le même sens que nos résultats et ne retrouvent pas non plus d'effet de la LA sur la différence de PIO entre les tonomètres. A l'inverse,

Mendez-Hernandez et al. (17) retrouvent un effet de la LA sur la différence de PIO dans la plupart des cas. Certains auteurs (22) ne retrouvent, quant à eux, une relation positive qu'avec la profondeur de la chambre antérieure, paramètre qui n'a pas été évalué dans notre étude.

Différentes hypothèses ont été avancées dans la littérature pour tenter d'expliquer cette surestimation de la PIO par l'Icare.

Muttulevu (19) montre en effet que les mesures prises au centre de la cornée par le tonomètre Icare sont significativement supérieures de 3 à 4 mmHg par rapport aux mesures prises en périphérie, ou lorsqu'il existe une angulation horizontale de la sonde de 10°.

D'autres auteurs évoquent aussi le rôle de l'hystérèse cornéenne dans cette différence de PIO (20).

Cette surestimation des valeurs de PIO par l'Icare pourrait également s'expliquer par la méthode de mesure qui diffère entre le Perkins et l'Icare. En effet, le tonomètre de Perkins utilise une compression cornéenne constante qui pourrait entraîner une chasse de l'humeur aqueuse et ainsi baisser artificiellement la PIO une fois la mesure prise. A l'inverse, l'Icare, qui ne touche que superficiellement et plus brièvement la cornée, n'entraînerait pas ou peu cet effet. On pourrait donc s'attendre à une PIO sous-estimée par l'Icare si cette mesure était prise après le tonomètre de Perkins comme c'est le cas pour les études d'Arribas-Pardo (11), Prabhakar (21) et Borrego Sanz (22). Cependant, nous avons également retrouvé une surestimation de la PIO par l'Icare alors que cette mesure était prise après le tonomètre de Perkins, donc cette hypothèse ne permet pas d'expliquer cette différence de valeurs.

Au final, plusieurs éléments font la force de la présente étude.

Tout d'abord, son caractère prospectif, avec une inclusion consécutive des patients, ce qui limite le biais de sélection.

La taille de l'échantillon est intéressante puisqu'elle compte 138 yeux de 72 enfants.

De plus, cet échantillon, recruté au sein des patients d'un CHU, est constitué de nombreux patients atteints de pathologies graves retrouvées en ophtalmopédiatrie

(glaucomes congénitaux, cataractes congénitales...). Cette population est donc représentative de la population cible à laquelle nous souhaitons extrapoler nos résultats.

En ce qui concerne les faiblesses de l'étude, on peut noter que le taux de patients exclus est de 18% (16 patients exclus sur 88 sélectionnés) ce qui est relativement important. La plupart des exclus de l'étude l'ont été par insuffisance de mesures.

Par ailleurs, un seul opérateur était disponible par session ; il n'y avait donc pas de double aveugle pour le recueil des données. Pour limiter ce biais d'information, nous avons décidé de mesurer systématiquement la PIO dans le même ordre : d'abord à l'aide du tonomètre à aplanation de Perkins puis avec le tonomètre à rebond Icare, de sorte que l'opérateur ne soit pas influencé par la valeur de PIO donnée par l'Icare lors de sa mesure subjective au Perkins. Nous aurions également pu choisir de randomiser l'ordre de mesure de la PIO comme cela a été fait dans l'étude menée par Serafino (7) ou celle de Molero et al. (8).

D'autre part, il est admis (24) que les anesthésiques utilisés en pratique courante notamment le sevoflurane, comme c'est le cas dans notre étude, induisent une baisse significative de la PIO chez les enfants. De plus, cette baisse pressionnelle est variable selon les temps anesthésiques. Pour limiter ce biais d'information, nous avons décidé de prendre toutes les mesures de PIO en phase d'anesthésie profonde.

Enfin, quelques facteurs de confusion tels que l'astigmatisme cornéen n'ont pas été relevés. Certaines études (8,25) ont en effet exclu les patients présentant un astigmatisme supérieur à 2 voire 3 dioptries car cette déformation cornéenne pouvait engendrer un biais dans la mesure de la PIO.

Malgré une concordance modérée des deux appareils de mesure, retrouvant une surestimation des PIO mesurées à l'Icare, l'intérêt de cet appareil est de dépister des hypertonies oculaires et par conséquent des glaucomes. Le fait que l'Icare surestime les PIO permettra de ne pas sous-diagnostiquer cette pathologie glaucomateuse. Nous recommanderions de confirmer les PIO au Perkins pour les PIO plus élevées.

## 5. CONCLUSION

En conclusion, notre étude a montré que les valeurs de PIO obtenues à l'aide des tonomètres à aplanation de Perkins et à rebond Icare Ic200 sont bien corrélées. L'Icare a tendance à surestimer la PIO, en particulier pour les valeurs de PIO hautes. Cependant, aucune sous-estimation de PIO n'a été retrouvée avec cet appareil. En ce sens, le tonomètre portable Icare Ic200 reste un outil facile à utiliser et particulièrement intéressant pour dépister des cas de glaucome, y compris chez les enfants.



# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Cécité et déficience visuelle [Internet]. [cité 28 sept 2020]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
2. OMS | Causes de la cécité et des déficiences visuelles [Internet]. WHO. World Health Organization; [cité 22 sept 2020]. Disponible sur: <http://www.who.int/blindness/causes/fr/>
3. Hamard P. Que faire si la mesure de la pression intraoculaire semble peu fiable ? J Fr Ophtalmol. 1 avr 2010;33(4):279-84.
4. Js B, Tm G, Je T. A comparison of Perkins and Goldmann applanation tonometry [Internet]. Vol. 57, Journal of the American Optometric Association. J Am Optom Assoc; 1986 [cité 21 sept 2020]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3782712/>
5. Gk K, Wk W. Goldmann applanation versus hand-applanation and .schiotz indentation tonometry [Internet]. Vol. 194, Albrecht von Graefes Archiv fur klinische und experimentelle Ophthalmologie. Albrecht von Graefes archive for clinical and experimental ophthalmology. Albrecht Von Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol; 1975 [cité 21 sept 2020]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1079117/>
6. Tonomètre portable à rebond ICARE [Internet]. Abioz Technologies. [cité 28 sept 2020]. Disponible sur: <https://abioz.com/tonometre/>
7. Serafino M, Villani E, Lembo A, Rabbiolo G, Specchia C, Trivedi RH, et al. A comparison of Icare PRO and Perkins tonometers in anesthetized children. Int Ophthalmol. 16 juill 2019;
8. Molero-Senosiaín M, Morales-Fernández L, Saenz-Francés F, García-Feijoo J, Martínez-de-la-Casa JM. Analysis of reproducibility, evaluation, and preference of the new iC100 rebound tonometer versus iCare PRO and Perkins portable applanation tonometry. Eur J Ophthalmol. 30 sept 2019;1120672119878017.
9. Diaz A, Yebra-Pimentel E, Resua CG, Gilino J, Giraldez MJ. Accuracy of the ICare rebound tonometer in glaucomatous eyes with topical ocular hypotensive medication. Ophthalmic Physiol Opt J Br Coll Ophthalmic Opt Optom. janv 2008;28(1):29-34.
10. García-Resúa C, González-Mejome JM, Gilino J, Yebra-Pimentel E. Accuracy of the new ICare rebound tonometer vs. other portable tonometers in healthy eyes. Optom Vis Sci Off Publ Am Acad Optom. févr 2006;83(2):102-7.
11. Arribas-Pardo P, Mendez-Hernández C, Valls-Ferran I, Puertas-Bordallo D. Icare-Pro Rebound Tonometer Versus Hand-held Applanation Tonometer for Pediatric Screening. J Pediatr Ophthalmol Strabismus. 19 nov 2018;55(6):382-6.

12. Ting SL, Lim LT, Ooi CY, Rahman MM. Comparison of Icare Rebound Tonometer and Perkins Applanation Tonometer in Community Eye Screening. *Asia-Pac J Ophthalmol Phila Pa.* juin 2019;8(3):229-32.
13. Wasielica-Poslednik J, Butsch C, Lampe C, Elflein H, Lamparter J, Weyer V, et al. Comparison of Rebound Tonometry, Perkins Applanation Tonometry and Ocular Response Analyser in Mucopolysaccharidosis Patients. *PloS One.* 2015;10(8):e0133586.
14. Esmael A, Ismail YM, Elhousseiny AM, Fayed AE, Elhilali HM. Agreement profiles for rebound and applanation tonometry in normal and glaucomatous children. *Eur J Ophthalmol.* juill 2019;29(4):379-85.
15. Li Y, Tang L, Xiao M, Jia S, Liu P, Zhou Y, et al. Comparison of the Icare tonometer and the hand-held goldmann applanation tonometer in pediatric aphakia. *J Glaucoma.* sept 2013;22(7):550-4.
16. Jablonski KS, Rosentreter A, Gaki S, Lappas A, Dietlein TS. Clinical use of a new position-independent rebound tonometer. *J Glaucoma.* déc 2013;22(9):763-7.
17. Mendez-Hernandez C, Arribas-Pardo P, Sanchez Jean R, Garcia-Feljoo J. Influence of Axial Length on Intraocular Pressure Measurement With Three Tonometers in Childhood Glaucoma. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 1 janv 2020;57(1):27-32.
18. Schild AM, Rosentreter A, Hermann MM, Muether PS, Schroeter SI, Lappas A, et al. [Comparison of Rebound tonometry versus Perkins tonometry in the supine glaucoma patient]. *Klin Monatsbl Augenheilkd.* févr 2011;228(2):125-9.
19. Muttuvelu DV, Baggesen K, Ehlers N. Precision and accuracy of the ICare tonometer - Peripheral and central IOP measurements by rebound tonometry. *Acta Ophthalmol (Copenh).* juin 2012;90(4):322-6.
20. Jorge JMM, González-Méijome JM, Queirós A, Fernandes P, Parafita MA. Correlations between corneal biomechanical properties measured with the ocular response analyzer and ICare rebound tonometry. *J Glaucoma.* sept 2008;17(6):442-8.
21. Prabhakar SK, Mahesh BS, Shanthamallappa M. A comparative study of intraocular pressure measurement by three tonometers in normal subjects. *Nepal J Ophthalmol Biannu Peer-Rev Acad J Nepal Ophthalmic Soc NEPJOPH.* déc 2013;5(2):201-6.
22. Borrego Sanz L, Morales-Fernandez L, Martínez de-la-Casa JM, Sáenz-Francés F, Fuentes M, García-Feijóo J. The Icare-Pro Rebound Tonometer Versus the Hand-held Applanation Tonometer in Congenital Glaucoma. *J Glaucoma.* févr 2016;25(2):149-54.

23. Daxer A, Misof K, Grabner B, Ettl A, Fratzl P. Collagen fibrils in the human corneal stroma: structure and aging. Invest Ophthalmol Vis Sci. mars 1998;39(3):644-8.
24. Termühlen J, Gottschalk A, Eter N, Hoffmann EM, Van Aken H, Grenzebach U, et al. Does general anesthesia have a clinical impact on intraocular pressure in children? Paediatr Anaesth. sept 2016;26(9):936-41.
25. Zakrzewska A, Wiącek MP, Machalińska A. Impact of corneal parameters on intraocular pressure measurements in different tonometry methods. Int J Ophthalmol. 2019;12(12):1853-8.

## GLOSSAIRE

- AG : Anesthésie générale
- CHU : Centre hospitalo-universitaire
- LA : Longueur axiale
- PIO : Pression intra-oculaire

# ANNEXE 1 : ARTICLE EN ANGLAIS

## Comparison of the Icare rebound tonometer and the Perkins applanation tonometer in anesthetized children

Dr Chagny M. (1), Dr Stolowy N. (1), Pr Denis D. (1), Dr Sauvan L. (1)

(1) University Hospital Center Nord in Marseille, France

### Objective

The aim of the study was to compare Perkins flattening tonometry and Icare rebound tonometry, evaluating their correlation and agreement, in a diverse paediatric population examined under general anaesthesia.

### Materials and methods

138 eyes of 72 children examined under GA were included consecutively. The average age was 2.87 +/- 3.42 years. Intraocular pressure was successively measured using the Perkins flattening tonometer and then the Icare Ic200 rebound tonometer. Ultrasonic central pachymetry and axial length measurements were also taken.

### Results

IOP measurements obtained with the two tonometers were statistically and significantly highly correlated ( $r = 0.8$ ,  $p < 0.001$ ) although the Icare overestimates IOP by an average of 3.37 mmHg (SD +/- 4.48). Bland-Altman plot showed that the agreement between the two tonometers was moderate; the 95% agreement limits ranged from -5.41 to +12.15 mmHg ( $r = 0.5$ ,  $p < 0.001$ ). The difference in IOP between the two tonometers was weakly but significantly correlated with mean IOP ( $r = 0.52$ ;  $p = 0.006$ ) and pachymetry ( $r = 0.38$ ;  $p = 0.0007$ ). On the other hand, no correlation was found with axial length.

### Conclusion

In this study, the IOP values obtained using the Perkins flattening tonometers and the Icare Ic200 rebound tonometer were well correlated. The Icare tended to overestimate the IOP, especially for high IOP values. However, no underestimation of IOP has been found with this device, hence its interest in screening for glaucoma in children.

Keywords: Congenital glaucoma, Children, Tonometer, Perkins, Ic200 Icare

## 1. INTRODUCTION

Glaucoma is one of the main causes of visual impairment in children (1,2). It is vital to be able to diagnose it early enough to treat it effectively. For this, measuring intraocular pressure (IOP) is essential. However, in children, due to poor cooperation during the ophthalmological examination, this IOP measurement is not always easy and often justifies the use of an examination under sedation or general anaesthesia (GA) to make a diagnosis of glaucoma.

Currently, the gold standard is based on Goldman's flattened tonometry (3). In supine position, the Perkins flat tonometer (Perkins; Clement-Clarke, Haag-Streit, UK) is classically used. This is a portable derivative of the Goldman tonometer and their reliability is comparable (4,5).

New technologies in tonometry, easier to achieve, are now available on the market. Among them, the Icare rebound tonometer (Icare, Tiolat Oy, Helsinki, Finland) has several advantages. Painless, it requires no instillation of anaesthetic eye drops. Portable and easy to use, it does not require any particular cooperation from the patient (6). Its use could therefore be particularly interesting in the screening of glaucoma in children because it could make it possible to limit the number of examinations under GA if the IOP was easily measurable in consultation.

Recent studies (7,8) indeed show promising results with a good correlation between IOP values measured with the Icare and those measured with the Perkins tonometer. However, most of these studies have been carried out in a small number of patients (9), in healthy patients (10,11), adults (8,12) or only in certain ophthalmopediatric pathologies (7,13).

The aim of the study is therefore to compare Perkins flattening tonometry and Icare rebound tonometry by evaluating their correlation and agreement in children examined under GA in different paediatric populations encountered in current practice.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1. Experimental design

This monocentric, analytical cohort prospective study was conducted at the Centre Hospitalo-Universitaire (CHU) Nord in Marseille, France, between November 2019 and March 2020. A total of 138 eyes from 72 children were included.

### 2.2. Objective

The aim of this study was to compare and evaluate the correlation between intraocular pressure values measured with the Icare Ic200 rebound tonometer (Icare, Tiolat Oy, Helsinki, Finland) versus the Perkins flattening tonometer (Perkins; Clement-Clarke, Haag-Streit, UK) in a paediatric population examined under GA. In the long term, if the IOP values measured with the Icare were comparable to those obtained with the Perkins, it could reduce the number of GA examinations and thus limit the impact of repeated anaesthesia in children.

### 2.3. Population

#### 2.3.1. Criteria for inclusion

All consecutive patients between the ages of 0 and 18 years who were to be examined under general anaesthesia during the relevant period and had their IOP measured using both Perkins and Icare Ic200 measuring devices were included.

#### 2.3.2. Exclusion criteria

Patients over 18 years of age and children for whom there was insufficient data on intraocular pressure measurement were excluded.

### 2.4. Protocol

The patients analysed were all fasting. The anaesthetic protocol consisted of inhalation of sevoflurane only. After anaesthetic induction, children undergoing GA examination alone were ventilated using a laryngeal mask, while patients requiring surgery were intubated. All measurements in our study were performed under deep anaesthesia, i.e. during the mechanical ventilation phase.



The measurements were carried out by 8 different operators during the study.

For each patient, eye pressure was successively measured using the Perkins flat tonometer (Perkins; Clement-Clarke, Haag-Streit, UK) and then the Icare Ic200 rebound tonometer (Icare, Tiolat Oy, Helsinki, Finland). This order of measurement was chosen so that when subjectively measuring IOP with Perkins, the operator is not influenced by the IOP value obtained automatically with the Icare. The IOP value selected for the Icare was the average of the 6 measurements taken automatically.

The Perkins flattening tonometer (Perkins; Clement-Clarke, Haag-Streit, UK), which can be used in particular in the supine position, is currently the standard gold in portable tonometry. Its operating principle is based on Imbert and Fick's law. To use it, a drop of anaesthetic eye drops and fluorescein must first be instilled and then a knob must be turned manually so that the two semi-circles of fluorescein (or hemi-mires) face each other symmetrically at their ends.

The Icare Ic200 (Icare, Tiolat Oy, Helsinki, Finland) is a rebound tonometer that requires no contact anaesthesia. Its operating principle is based on the measurement of the return speed of a thin metal rod after an impact on the cornea. The higher the IOP, the faster the speed of rebound will be.

The following measurements were also carried out: ultrasonic central pachymetry, axial length (LA) with A-mode ultrasound, vertical and horizontal corneal diameters and cup/disc ratio measurement.

In addition, each patient's ophthalmological history was taken. In the case of a history of glaucoma, the following were specified: the type of glaucoma, a history of surgery and its delay in relation to our examination, the taking of a hypotonising treatment (drug classes and number of molecules administered). In the case of a congenital cataract, the following were specified: a previous history of surgery and therefore the crystalline status (phakic / pseudophakic / aphakic) and the delay of this surgery in relation to the examination.

Informed consent was obtained from all legal patient representatives and the study was conducted in accordance with the ethical principles of the Declaration of Helsinki.

## 2.5. Primary outcome measure

Primary outcome measure was a comparison of the pressure measurements obtained with the Icare Ic200 tonometer and the Perkins tonometer in children under GA. The difference of IOP measured between the Icare and the Perkins tonometer was defined by the following formula: [IC-PK].

## 2.6. Secondary outcome measure

Secondary outcome measure was to assess the correlation between the two methods of measuring IOP in different subgroups (glaucomatous or not, aphakic or not, age less than or greater than 3 years).

## 2.7. Statistical analysis

The statistical analyses were carried out using the R software using the ggplot2, tidyr, dplyr, Rmisc, RColorBrewer and psych functions.

The Kruskal-Wallis test was used to compare continuous quantitative variables between more than 3 subgroups.

The strength of the correlation between the two measurement methods was assessed using the Pearson test.

The agreement between the two methods of measuring IOP was analysed using Bland-Altman plot.

Different univariate and multivariate analyses were carried out to try to explain the difference in results between the IOP measurements obtained at Perkins and Icare. Relevant variables were included in a multiple linear regression model and selected in a stepwise procedure.

A value of small  $p < 0.05$  was considered statistically significant.

### 3. RESULTS

#### 3.1. Clinical and demographic characteristics of the study population

In this study, after analysis of 88 patients, 138 eyes (70 right eyes and 68 left eyes) from 72 children were included.

16 patients were excluded due to insufficient measures.

Of the 72 patients included in our study, 54% were male (Table 1). The average age was 2.87 +/- 3.42 years (Table 2).

The mean IOP measured with the Icare method was 13.43 +/- 7.43 mmHg [min 4 ; max 46] versus 10.06 +/- 5.20 mmHg [min 4 ; max 37] with the Perkins method ( $p < 0.001$ ), i.e. a mean difference of 3.37 +/- 4.48 between the two tonometers (Figure 1).

#### 3.2. Comparison of the two IOP measurement methods: correlation and agreement of the two measurement methods

In order to assess the agreement of the IOP measurements made by the two devices, we analysed the correlation (Pearson test) and the agreement (Bland-Altman test) of their respective measurements.

The Pearson test found a strong correlation between the two measurement methods (Figure 2) with a correlation coefficient  $r = 0.8$ ,  $p < 0.001$

This correlation was better in the subgroup of patients followed for glaucoma ( $r = 0.84$ ,  $p < 0.001$ ) than in the other subgroup ( $r = 0.67$ ,  $p < 0.001$ ).

Then, the agreement between the two measurement methods using the Bland-Altman test was assessed (Figure 3).

The dotted blue corridor represents the average agreement. The green corridor represents the maximum agreement limit (average + 2 standard deviations (SD)) while the orange corridor represents the minimum agreement limit (average - 2 SD). The blue line represents the correlation between the IOP difference and the mean IOP. This correlation is  $r = 0.5$ ,  $p < 0.001$ . For our entire sample of patients, the mean

difference of the measurements [IC-PK] was 3.37 mmHg (SD +/- 4.48) and the agreement limits showed that 95% of the measurements were between -5.41 and +12.15 mmHg.

For the subgroup analyses, the results of the Bland-Altman test are reported in Table 3. The limits of agreement varied according to the subgroups.

Indeed, some subgroups had narrower boundaries of agreement. This was in favour of a better agreement of IOP values between the two tonometers in these populations. This was particularly the case for patients under 3 years of age [-4.89 ; 10.69] and non-glaucoma patients [-3.75 ; 10.48]. Conversely, aphakic patients had much wider agreement limits [-4.45 ; 16.95], and therefore worse agreement.

### 3.3. Searching for factors explaining the difference in IOP between the two measurement methods

To try to explain the differences in IOP measurement between Icare and Perkins [IC-PK], univariate and then multivariate analyses were performed.

Therefore, several variables were independently tested such as: patient age, axial length, pachymetry, mean IOP, existence or not of glaucoma, type of glaucoma, number of hypotonic treatments, aphakia.

Of these variables, only pachymetry ( $r = 0.38$ ;  $p = 0.0007$ ) and mean IOP ( $r = 0.52$ ;  $p = 0.006$ ) were weakly but significantly correlated with [IC-PK]. Therefore, these results showed that as mean IOP and pachymetry increased, [IC-PK] also increased.

## 4. DISCUSSION

The current gold standard for measuring IOP in children is the Perkins flat tonometer. It is a reliable but difficult test to perform in a paediatric population, often requiring general anaesthesia.

Recently, new pressure measuring devices have been developed, including the Icare Ic200, which is easier to use. The long-term interest would be to reduce the number of examinations under GA thanks to the development of these new measuring devices.

The aim of this study was to compare the measurements of the two tonometers: the Perkins and the Icare Ic200 in a paediatric population examined under general anaesthesia.

In the cohort, the two measurement methods were well correlated ( $r = 0.8$ ,  $p < 0.001$ ). This correlation was better in the subgroup of patients followed for glaucoma ( $r = 0.84$ ,  $p < 0.001$ ) than in the other subgroup ( $r = 0.67$ ,  $p < 0.001$ ). This difference could be explained by a greater heterogeneity of disorders encountered within the latter subgroup.

Other studies have found similar results in different paediatric populations: in consultation (11), with a history of congenital glaucoma without (14) or under GA (17), with aphakia (15); but also in adults (16). However, no study has compared the two tonometers in children, with any conditions, examined under GA. This work shows for the first time the correlation of the two methods in a young, diverse paediatric population examined under GA.

Moreover, this study showed a moderate agreement of the measurements between the two devices [-5.41; +12.15 mmHg] with an overestimation of the IOP measured at the Icare compared to the Perkins. In our cohort, the mean difference in IOP between the two tonometers was [IC-PK] = 3.37 SD +/- 4.48.

Other authors have also noted this overestimation of IOP by Icare, but it is slightly lower in the literature, at around 2 mmHg. It is 2.2 (+/- 3.4mmhg,  $p < 0.0001$ ) in the study by Mendez-Hernandez et al. in young glaucomatous children (17). The Serafino team found a mean difference in IOP of 1.97mmhg (+/- 1.23,  $p < 0.05$ ) in aphakic or

strabismic children (7). In ophthalmopediatric consultations, Esmael A et al (14) found a much smaller mean difference in IOP with a value of 0.59 ( $\pm$  2.59 mmHg,  $p = 0.001$ ).

These differences in the overestimation of IOP could be explained by using different Icare models between the cohort and the various studies previously mentioned. In the cohort, the model used was the Icare Ic200 whereas the studies by Mendez-Hernandez (17) and Serafino (7) used the Icare PRO and the team by Esmael et al (14) used the IcTA01 tonometer.

To explain the difference in measurements between the two devices, the results found two variables weakly but significantly correlated with this difference: mean IOP ( $r = 0.52$ ;  $p = 0.006$ ) and pachymetry ( $r = 0.38$ ;  $p = 0.0007$ ). The higher the mean IOP, the higher the difference in IOP. These results were consistent with those found in the literature (9); the difference in IOP is even greater when IOP values exceed 20 mmHg (10) or even 23 mmHg (18).

Similarly, the thicker the pachymetry, the greater the difference in IOP between the two tonometers ( $r = 0.38$ ;  $p = 0.0007$ ). Li Y. et al. found the same effect with a low correlation coefficient ( $r = 0.408$   $p < 0.001$ ) (15).

No other explanatory variables were found in our study. According to our results, there did not seem to be any effect of age or the time elapsed since surgery, or any learning effect. No correlation was found with corneal diameter and axial length was not associated with a statistically significant difference in IOP.

Daxer et al (23), for their part, mentioned a possible role of age on IOP difference. They showed in a post-mortem study that ageing modifies the organisation of collagen fibres in the corneal stroma, which could have consequences on the measurement of IOP.

Other articles (15) do not find any effect of the axial length on the difference in IOP between tonometers either. Conversely, Mendez-Hernandez et al (17) find an effect of axial length on the IOP difference in most cases. Some authors (22) only find a positive relationship with the depth of the anterior chamber, a parameter which did not evaluate in this study.

Various hypotheses have been put forward in the literature in an attempt to explain this overestimation of IOP by Icare.



Indeed, Muttulevu (19) shows that the measurements taken in the centre of the cornea by the Icare tonometer are significantly higher by 3 to 4 mmHg compared to measurements taken at the periphery, or when there is a horizontal angulation of the probe of 10°.

Other authors also mention the role of corneal hysteresis in this difference in IOP (20).

This overestimation of IOP values by the Icare could also be explained by the measurement method which differs between Perkins and Icare. Indeed, the Perkins tonometer uses constant corneal compression which, by flushing out the aqueous humor, could lower the IOP. On the other hand, Icare only touches the cornea superficially and more briefly. So, we could have an underestimation of the IOP with the Icare if this measure was taken after Perkins tonometer as it was done in the studies conducted by Arribas-Pardo (11), Prabhakar (21) and Borrego Sanz (22). However, we also found an overestimation of the IOP with Icare even if this measure was taken after Perkins tonometer. Therefore, this hypothesis does not explain this difference in values.

To sum up, several elements make up the strength of the study.

First of all, its prospective nature, with the consequent inclusion of patients, which limits selection bias.

The size of the sample is interesting as it includes 138 eyes from 72 children.

Moreover, this sample, recruited from patients in a university hospital, is made up of many patients suffering from serious disorders found in ophthalmopediatrics (congenital glaucoma, congenital cataracts...). This population is therefore representative of the target population to which we wish to extrapolate our results.

With regard to the weaknesses of the study, it can be noted that the rate of excluded patients is 18% (16 excluded patients out of 88 selected) which is relatively high. Most of the patients excluded from the study were excluded due to insufficient measurements.

In addition, only one operator was available per session, so there was no double blind for data collection. To limit this information bias, we decided to systematically measure IOP in the same order: first with the Perkins flattening tonometer and then with the

Icare rebound tonometer, so that the operator would not be influenced by the IOP value given by the Icare during his subjective Perkins measurement. We could also have chosen to randomise the order of IOP measurement as was done in the study by Serafino (7) or that of Molero et al (8).

On the other hand, it is accepted (24) that the anaesthetics used in current practice, notably sevoflurane, as is the case in our study, induce a significant drop in IOP in children. Moreover, this drop in pressure is variable according to the anaesthetic times. In order to limit this information bias, we decided to take all IOP measurements during the deep anaesthesia phase.

Finally, some confounding factors such as corneal astigmatism were not identified. Indeed, some studies (8,25) have excluded patients with astigmatism  $> 2$  or even  $> 3$  dioptres because this corneal deformation could lead to a bias in the measurement of IOP.

Despite a moderate agreement between the two measuring devices, finding an overestimation of the IOPs measured at Icare, the interest of this device is to detect ocular hypertonia and consequently glaucoma. The fact that the Icare overestimates the IOP will make it possible not to under-diagnose this glaucomatous pathology. We would recommend confirming IOPs with Perkins for higher IOPs.

## 5. CONCLUSION

As a conclusion, our study showed that the IOP values obtained using the Perkins flattening tonometers and the Icare Ic200 rebound tonometers are well correlated. The Icare tends to overestimate the IOP, especially for high IOP values. However, no underestimation of IOP has been found with this device. In this sense, the Icare Ic200 portable tonometer remains an easy to use tool and is particularly interesting for detecting cases of glaucoma, including in children.

# BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

1. Blindness and visual impairment [Internet]. cited 28 Sept 2020]. Available at: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
2. WHO | Causes of blindness and visual impairment [Internet]. WHO. World Health Organization; [cited 22 Sept 2020]. Available at: <http://www.who.int/blindness/causes/fr/>
3. Hamard P. What to do if the intraocular pressure measurement seems unreliable? *J Fr Ophtalmol*. 1 Apr 2010;33(4):279-84.
4. Js B, Tm G, Je T. A comparison of Perkins and Goldmann applanation tonometry [Internet]. Vol. 57, *Journal of the American Optometric Association*. *J Am Optom Assoc*; 1986 [cité 21 sept 2020]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3782712/>
5. Gk K, Wk W. Goldmann applanation versus hand-applanation and . schiötz indentation tonometry [Internet]. Vol. 194, *Albrecht von Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. *Albrecht von Graefe's archive for clinical and experimental ophthalmology*. *Albrecht von Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol*; 1975 [cité 21 sept 2020]. Available on: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1079117/>
6. ICARE portable rebound tonometer [Internet]. Abioz Technologies. cited 28 Sept 2020]. Available at: <https://abioz.com/tonometre/>
7. Serafino M, Villani E, Lembo A, Rabbiolo G, Specchia C, Trivedi RH, et al. A comparison of Icare PRO and Perkins tonometers in anesthetized children. *Int Ophthalmol*. 16 juill 2019;
8. Molero-Senosiaín M, Morales-Fernández L, Saenz-Francés F, García-Feijoo J, Martínez-de-la-Casa JM. Analysis of reproducibility, evaluation, and preference of the new iC100 rebound tonometer versus iCare PRO and Perkins portable applanation tonometry. *Eur J Ophthalmol*. 30 sept 2019;1120672119878017.
9. Diaz A, Yebra-Pimentel E, Resua CG, Gilino J, Giraldez MJ. Accuracy of the ICare rebound tonometer in glaucomatous eyes with topical ocular hypotensive medication. *Ophthalmic Physiol Opt J Br Coll Ophthalmic Opt Optom*. janv 2008;28(1):29-34.
10. García-Resúa C, González-Meijome JM, Gilino J, Yebra-Pimentel E. Accuracy of the new ICare rebound tonometer vs. other portable tonometers in healthy eyes. *Optom Vis Sci Off Publ Am Acad Optom*. févr 2006;83(2):102-7.
11. Arribas-Pardo P, Mendez-Hernández C, Valls-Ferran I, Puertas-Bordallo D. Icare-Pro Rebound Tonometer Versus Hand-held Applanation Tonometer for Pediatric Screening. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 19 Nov 2018;55(6):382-6.

12. Ting SL, Lim LT, Ooi CY, Rahman MM. Comparison of Icare Rebound Tonometer and Perkins Applanation Tonometer in Community Eye Screening. *Asia-Pac J Ophthalmol Phila Pa.* juin 2019;8(3):229-32.
13. Wasielica-Poslednik J, Butsch C, Lampe C, Elflein H, Lamparter J, Weyer V, et al. Comparison of Rebound Tonometry, Perkins Applanation Tonometry and Ocular Response Analyser in Mucopolysaccharidosis Patients. *PloS One.* 2015;10(8):e0133586.
14. Esmael A, Ismail YM, Elhusseiny AM, Fayed AE, Elhilali HM. Agreement profiles for rebound and applanation tonometry in normal and glaucomatous children. *Eur J Ophthalmol.* juill 2019;29(4):379-85.
15. Li Y, Tang L, Xiao M, Jia S, Liu P, Zhou Y, et al. Comparison of the Icare tonometer and the hand-held goldmann applanation tonometer in pediatric aphakia. *J Glaucoma.* sept 2013;22(7):550-4.
16. Jablonski KS, Rosentreter A, Gaki S, Lappas A, Dietlein TS. Clinical use of a new position-independent rebound tonometer. *J Glaucoma.* déc 2013;22(9):763-7.
17. Mendez-Hernandez C, Arribas-Pardo P, Sanchez Jean R, Garcia-Feljoo J. Influence of Axial Length on Intraocular Pressure Measurement With Three Tonometers in Childhood Glaucoma. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 1 janv 2020;57(1):27-32.
18. Schild AM, Rosentreter A, Hermann MM, Muether PS, Schroeter SI, Lappas A, et al. [Comparison of Rebound tonometry versus Perkins tonometry in the supine glaucoma patient]. *Klin Monatsbl Augenheilkd.* févr 2011;228(2):125-9.
19. Muttuvelu DV, Baggesen K, Ehlers N. Precision and accuracy of the ICare tonometer - Peripheral and central IOP measurements by rebound tonometry. *Acta Ophthalmol (Copenh).* juin 2012;90(4):322-6.
20. Jorge JMM, González-Méijome JM, Queirós A, Fernandes P, Parafita MA. Correlations between corneal biomechanical properties measured with the ocular response analyzer and ICare rebound tonometry. *J Glaucoma.* sept 2008;17(6):442-8.
21. Prabhakar SK, Mahesh BS, Shanthamallappa M. A comparative study of intraocular pressure measurement by three tonometers in normal subjects. *Nepal J Ophthalmol Biannu Peer-Rev Acad J Nepal Ophthalmic Soc NEPJOPH.* déc 2013;5(2):201-6.
22. Borrego Sanz L, Morales-Fernandez L, Martínez de-la-Casa JM, Sáenz-Francés F, Fuentes M, García-Feijóo J. The Icare-Pro Rebound Tonometer Versus the Hand-held Applanation Tonometer in Congenital Glaucoma. *J Glaucoma.* Feb 2016;25(2):149-54.
23. Daxer A, Misof K, Grabner B, Ettl A, Fratzl P. Collagen fibrils in the human corneal stroma: structure and aging. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* mars 1998;39(3):644-8.

24. Termühlen J, Gottschalk A, Eter N, Hoffmann EM, Van Aken H, Grenzebach U, et al. Does general anesthesia have a clinical impact on intraocular pressure in children? *Paediatr Anaesth.* sept 2016;26(9):936-41.
25. Zakrzewska A, Wiącek MP, Machalińska A. Impact of corneal parameters on intraocular pressure measurements in different tonometry methods. *Int J Ophthalmol.* 2019;12(12):1853-8.

## ABBREVIATIONS

- GA: General anaesthesia
- CHU: University Hospital Centre
- LA: Axial length
- IOP: Intraocular pressure

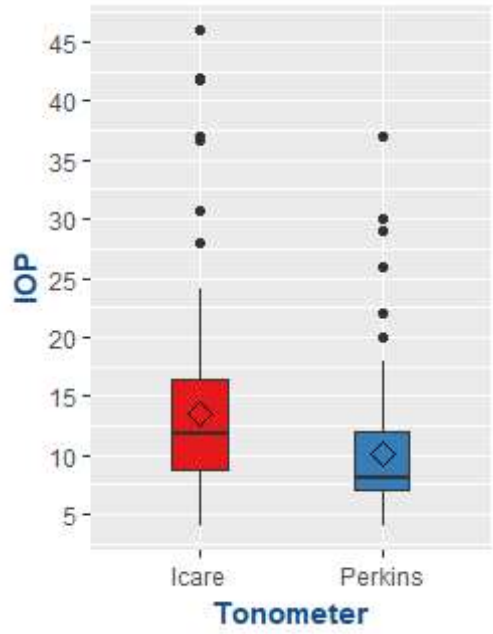


Figure 1 : Comparison of IOP measured with Icare and Perkins

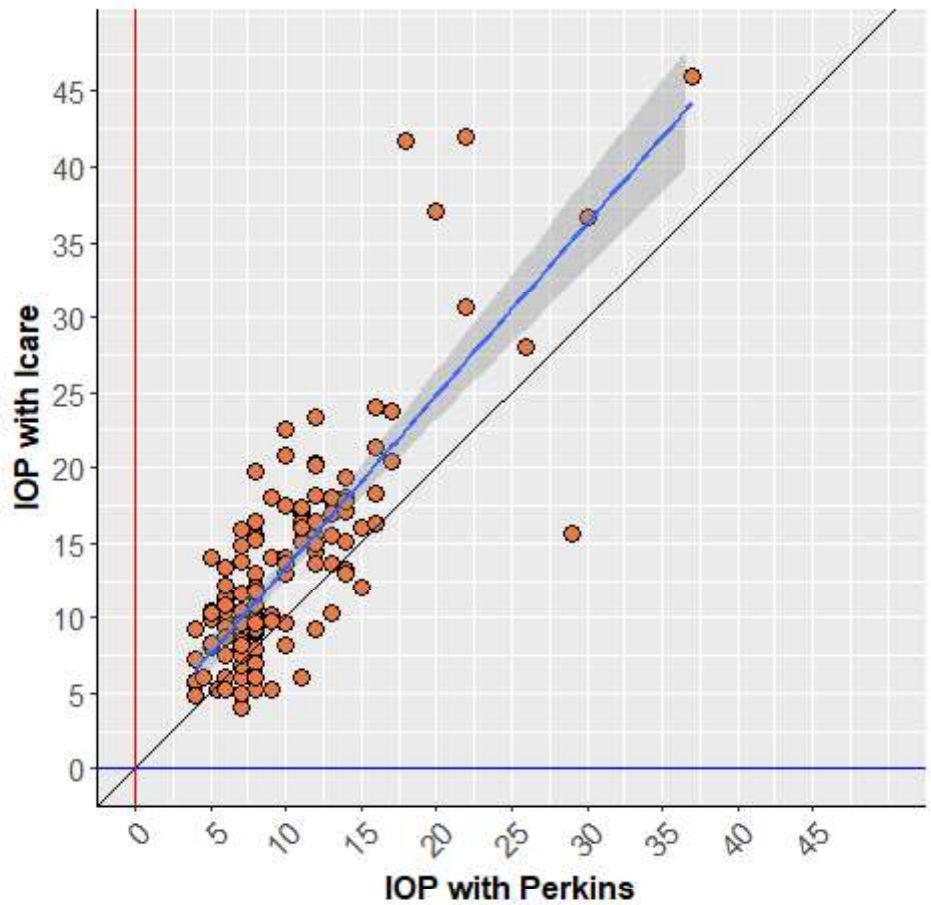


Figure 2 : Relationship between IOP measured with Icare and IOP measured with Perkins using the Pearson test in the study population



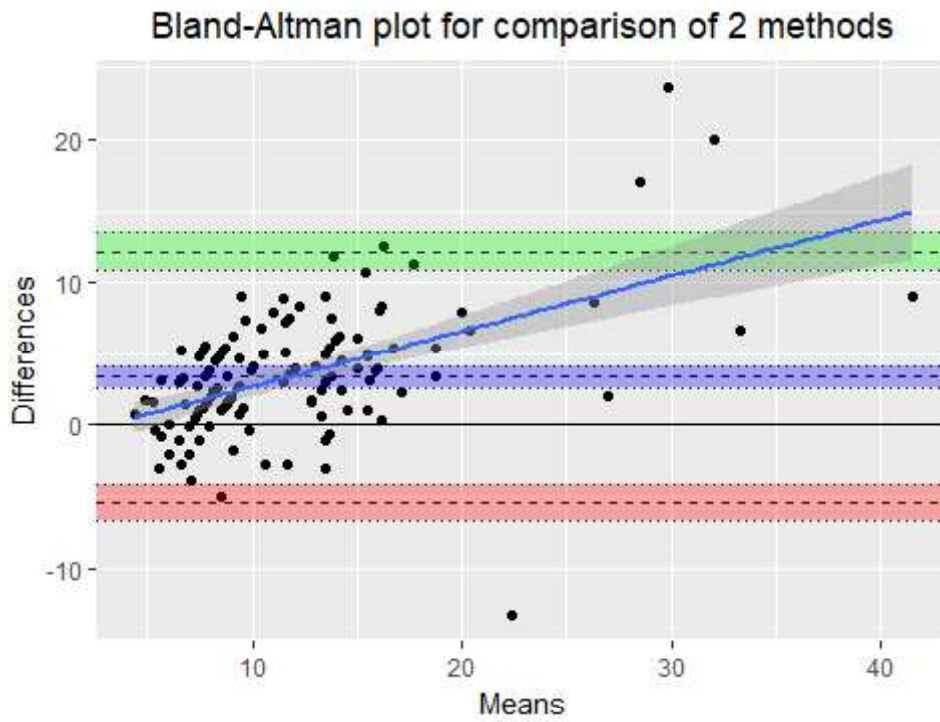


Figure 3 : Assessment of agreement between the two methods of measuring IOP according to the Bland-Altman test in the study population: difference in IOP [IC-PK] as a function of mean IOP

<b>72 patients (138 eyes)</b>			<b>Number of patients (%)</b>	
Sex	Male		39 (54%)	
	Female		33 (46%)	
Reason for consultation	Glaucoma N = 36 (50%)	Congenital	28	
		Aphakic	4	
		Juvenile	2	
		Sturge Weber	1	
		Myopia	1	
	Congenital cataract N = 20 (28%)	Phakic	3	
		Pseudophakic	5	
		Aphakic	12	
	Others N = 16 (22%)	Screening for glaucoma (papillary excavation / myopization / family history)	5	
		Optical atrophy	1	
		Coat Disease	2	
		Persistent pupillary membrane	2	
		Trisomy 21	1	
		Wound of the globe	1	
Aniridia		1		
Juvenile iridocorneal Xanthogranuloma		2		
Crouzon Syndrome	1			
History of filter surgery			32 (44.4%)	
Taking a hypotonising treatment	No		57 (79.2%)	
	Yes N = 15	Number of molecules	Monotherapy	8 (11.1%)
			Dual therapy	2 (2.8%)
			Triple therapy	4 (5.6%)
			Quadritherapy	1 (1.4%)
		Type of molecule	Beta blocker	7 (9.7%)
			Prostaglandin	6 (8.3%)
			Carbonic anhydrase inhibitor	13 (18.1%)
			Alpha-2-adrenergic	1 (1.4%)

*Table 1 : Demographic and clinical characteristics of patients included*

<b>Parameters (unit of measurement)</b>	<b>Mean +/- standard deviation (minimum ; maximum)</b>
Age (years)	2.87 +/- 3.42 (0.15 ;17.4)
Pachymetry (um)	550.71 +/- 74.08 (423 ; 800)
Axial length (mm)	21.46 +/- 2.01 (16.14 ; 28.5)
Average corneal diameter (mm)	11.56 +/- 1.01 (8.25 ; 15)
IOP with Perkins tonometer (mmHg)	10.06 +/- 5.20 (4 ; 37)
IOP with the Icare tonometer (mmHg)	13.43 +/- 7.43 (4 ; 46)

*Table 2 : Clinical characteristics of patients included*

<b>Sub-groups</b>	<b>Average difference in IOP [IC-PK] (mmHg)</b>	<b>Minimum agreement limit</b>	<b>Maximum agreement limit</b>
Glaucomatous	3.37	-6.86	13.59
Non glaucomatous	3.37	-3.75	10.48
< 3 years	2.9	-4.89	10.69
Aphakic	6.25	-4.45	16.95

*Table 3 : Bland-Altman for the different subgroups of patients studied*

# ANNEXE 2 : PREUVE DE SOUMISSION AU « JOURNAL OF GLAUCOMA »

**Journal of Glaucoma**  
An Official Publication of the American Glaucoma Society

**Editorial Manager**

Role: Author Username: marion.chagny@gmail.com

HOME • LOGOUT • HELP • REGISTER • UPDATE MY INFORMATION • JOURNAL OVERVIEW  
MAIN MENU • CONTACT US • SUBMIT A MANUSCRIPT • INSTRUCTIONS FOR AUTHORS • PRIVACY

**Submissions Being Processed for Author MARION CHAGNY, resident**

Page: 1 of 1 (1 total submissions) Display 10 results per page.

Action	Manuscript Number	Title	Initial Date Submitted	Status Date	Current Status
<a href="#">View Submission</a> <a href="#">Author Status</a> <a href="#">View QC Results</a>		Comparison of the Icare rebound tonometer and the Perkins applanation tonometer in anesthetized children Chagny M; Dr Stolowy N; Pr Denis D; Dr Sauvan L.	Nov 25, 2020	Nov 25, 2020	Submitted to Journal

Page: 1 of 1 (1 total submissions) Display 10 results per page.

## Journal of Glaucoma

### Comparison of the Icare rebound tonometer and the Perkins applanation tonometer in anesthetized children

Chagny M; Dr Stolowy N; Pr Denis D; Dr Sauvan L.

--Manuscript Draft--

<b>Manuscript Number:</b>	
<b>Full Title:</b>	Comparison of the Icare rebound tonometer and the Perkins applanation tonometer in anesthetized children Chagny M; Dr Stolowy N; Pr Denis D; Dr Sauvan L.
<b>Article Type:</b>	Original Study
<b>Keywords:</b>	Congenital glaucoma, Children, Tonometer, Perkins, Ic200 Icare
<b>Corresponding Author:</b>	MARION CHAGNY, resident CHU marseille, france FRANCE
<b>Corresponding Author Secondary Information:</b>	
<b>Corresponding Author's Institution:</b>	CHU
<b>Corresponding Author's Secondary Institution:</b>	
<b>First Author:</b>	MARION CHAGNY, resident
<b>First Author Secondary Information:</b>	
<b>Order of Authors:</b>	MARION CHAGNY, resident NATACHA STOLOWY, Doctor DANIELE DENIS, Professor Lauren SAUVAN, Doctor
<b>Order of Authors Secondary Information:</b>	
<b>Manuscript Region of Origin:</b>	FRANCE
<b>Abstract:</b>	<p><b>Objective</b> The aim of the study was to compare Perkins flattening tonometry and Icare rebound tonometry, evaluating their correlation and agreement, in a diverse paediatric population examined under general anaesthesia.</p> <p><b>Materials and methods</b> 138 eyes of 72 children examined under general anaesthesia were included consecutively. The average age was 2.87 +/- 3.42 years. Intraocular pressure was successively measured using the Perkins flattening tonometer and then the Icare Ic200 rebound tonometer. Ultrasonic central pachymetry and axial length measurements were also taken.</p> <p><b>Results</b> IOP measurements obtained with the two tonometers were statistically and significantly highly correlated (<math>r = 0.8</math>, <math>p &lt; 0.001</math>) although the Icare overestimates IOP by an average of 3.37 mmHg (SD +/- 4.48). Bland-Altman plot showed that the agreement between the two tonometers was moderate; the 95% agreement limits ranged from -5.41 to +12.15 mmHg (<math>r = 0.5</math>, <math>p &lt; 0.001</math>). The difference in IOP between the two tonometers was weakly but significantly correlated with mean IOP (<math>r = 0.52</math>; <math>p = 0.006</math>) and pachymetry (<math>r = 0.38</math>; <math>p = 0.0007</math>). On the other hand, no correlation was found with axial length.</p> <p><b>Conclusion</b> In this study, the IOP values obtained using the Perkins flattening tonometers and the Icare Ic200 rebound tonometer were well correlated. The Icare tended to overestimate the IOP, especially for high IOP values. However, no underestimation of IOP has been found with this device, hence its interest in screening for glaucoma in children.</p>

# SERMENT D'HIPPOCRATE

Au 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.