



Cyprus  
University of  
Technology

Faculty of Health Sciences

**Doctoral Dissertation**

**Decoding the effect of social gradient and area indicators  
on arterial health: (DEpICT).  
From the community to the individual and back**

**Galatia Photiou**

**Limassol, April, 2025**



CYPRUS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY  
FACULTY OF HEALTH SCIENCES  
DEPARTMENT OF REHABILITATION SCIENCE

Doctoral Dissertation

Decoding the effect of social gradient and area indicators on  
arterial health: (DEpICT).  
From the community to the individual and back

Galatia Photiou

Supervisor

Andrie Panayiotou

Associate Professor in Public Health

Limassol, April 2025

# **Approval Form**

Doctoral Dissertation

## **Decoding the effect of social gradient and area indicators on arterial health: (DEpICT).**

**From the community to the individual and back**

Presented by

**Galatia Photiou**

Supervisory Committee

Supervisor: Dr. Andrie Panayiotou, Associate Professor in Public Health.

Member of the committee: Dr. Nicos Middleton, Associate Professor in Health Sciences Research Methodology and Biostatistics.

Member of the committee: Dr. Demosthenes Panagiotakos, Professor in Biostatistics, Research Methods and Epidemiology.

Cyprus University of Technology

Limassol, April 2025

# **Approval Form**

Doctoral Dissertation

**Decoding the effect of social gradient and area indicators on  
arterial health: (DEpICT).  
From the community to the individual and back**

Presented by

**Galatia Photiou**

Members of the Examination Board

Supervisor: Dr. Andrie Panayiotou, Associate Professor in Public Health.

Member of the committee: Dr. Konstantinos Makris, Professor of Environmental Health.

Member of the committee: Dr. Areti Triantafyllou, Assistant Professor of Internal Medicine .

Cyprus University of Technology

Limassol, April 20

## **Copyrights**

Copyright© 2025 Galatia Photiou

All rights reserved.

The approval of the dissertation by the Department of Rehabilitation Sciences does not necessarily imply the approval by the Department of the writer's views.

*Acknowledgments...*

*First and foremost, I would like to express my deepest gratitude to my supervisor, Dr. Andrie Panayiotou, for her unwavering support, guidance, and encouragement throughout this journey. Her dedication and belief in me have been instrumental in the completion of this thesis.*

*I am also sincerely grateful to Dr. Nicos Middleton, and Dr. Demosthenes Panagiotakos whose vast knowledge and experience provided invaluable insights and directions, shaping this research in countless ways.*

*I extend my appreciation to my exam committee, Dr. Areti Triantafyllou and Dr. Konstantinos Makris whose feedback and expertise have been essential in refining my work.*

*A heartfelt thank you to my parents, whose unwavering love, encouragement, and support made this achievement possible. Your belief in me gave me the strength to keep going, and for that, I am forever grateful.*

*To my brother and my sister, thank you for always standing by my side, understanding the challenges of this journey, and offering your support in every way possible.*

*To my partner, thank you for your patience, understanding, and constant support through this process. Your support has meant more to me than words can express.*

*To my friends and colleagues, thank you for always being there, providing encouragement, laughter, and much-needed distractions along the way. Your presence made this journey more manageable and enjoyable, and I am truly grateful for each and every one of you.*

*I would like to express my sincere gratitude to Dr. Daphne Kleopa for her valuable insights into the CyNOTes Project, and to Dr. Panayiotis Kouis for his essential guidance and expertise in the systematic review and meta-analysis conducted.*

*Special thanks are also extended to Zoi Papasavva for her invaluable assistance with the systematic review process, and to Christine A. Contreras for her support in the analysis of the Place Standard Tool. Your contributions have been greatly appreciated."*

*Last, but most importantly, I would like to express my deepest gratitude to the 308 volunteers who participated in the DEpICT. Without your willingness to take part, this study would not exist, and this research would not have been possible.*

*Thank you all for being a part of this journey.*

## ABSTRACT

**Background:** Arterial stiffness, as measured by pulse wave velocity (PWV), is a robust indicator of arterial health as well as CVD events and all-cause mortality in the general population. Socioeconomic status (SES) as well as local environmental and other social health indicators could affect cardiovascular risk so understanding **where** one lives (area-level risk factors) may provide important and additional information to **how** one lives (individual level risk factors), to best address arterial and cardiovascular health in a more holistic framework.

**Methods:** The DEpICT study is a cross-sectional population study with participants being aged older than 40 years old, having Greek as a first language (to ensure fluency in Greek for the self-administered questionnaires) and living in the same neighborhood in Limassol for at least the previous five years. Individual arterial stiffness was measured as carotid-femoral pulse wave velocity (cfPWV), with arterial age being additionally estimated, using plethysmography. Further individual-level data includes self-reported information on quality of life (SF-12), physical activity (IPAQ), adherence to the Mediterranean diet (MedDiet Score) and general health and well-being (GHQ-12). Area-level characteristics and social gradient were assessed using both census-based composite indices addressing “socioeconomic disadvantage” (SED) and “demographic and built environment” (DBE), as well as self-reported assessments of participant’s neighborhoods using the Place Standard Tool (PST) addressing area-level dimensions such as mobility, public spaces, and social connections. Statistical analysis included mixed methods with both quantitative statistics (multiple adjusted regression models) and qualitative thematic analysis of the participant’s open comments in the PST. All statistical analyses were performed using Stata BE (version 18, StataCorp, College Station, TX, USA) and excel (Microsoft v.2502). The study adhered to STROBE guidelines and was approved by the Cyprus National Bioethics Committee (Record number: EEBK EII 2018\_02).

**Results:** The study included 308 participants with 303 used in the final analysis (55.1% men and 44.9% women). Education levels were similar across sexes, with

42.24% holding a degree and the majority (71.62%) working full-time. Income distribution by sex showed borderline significance ( $p = 0.052$ ), with men reporting slightly higher earnings, and an overall low population mobility with most participants (75.91%) having lived in the same neighborhood for over 10 years (91.09% owned their homes). Mean BMI, systolic BP and heart rate in the population were 27.8 kg/m<sup>2</sup>, 116.9 mmHg and 70.3 beats per minute respectively, with men having significantly higher blood pressure compared to women (SBP: 120.9 vs. 111.9 mmHg,  $p < 0.001$ ; DBP: 79.1 vs. 70.9 mmHg,  $p < 0.001$ ). cfPWV was strongly associated with age ( $p < 0.001$ ), sex ( $p < 0.001$ ), BMI ( $p = 0.001$ ) and SBP ( $p < 0.001$ ). The Socioeconomic disadvantage Index (SED) and the Demographic and Built Environment index (DBE) were both statistically associated with cfPWV in the final adjusted model (adjusting for age, sex, SBP and anti-diabetic medication (SED:  $p = 0.045$ , DBE:  $p = 0.071$ )). Moreover, the SED score and the DBE score were significantly associated with the difference between chronological and arterial age, which shows a mismatch between a person's chronological age and their arterial system's age ( $p = 0.013$  and  $p < 0.001$  respectively). The overall MedDiet Score ( $p = 0.439$ ) as well as individual food categories were not statistically associated with cfPWV. With regards to physical activity, the walking score was the only component associated with cfPWV ( $p = 0.023$ ) and remained significant in the fully-adjusted model. The GHQ-12 total score and the SF12's physical and mental component scores did not show any statistical evidence of association with cfPWV. Finally, the PST recorded low ratings for many of its dimensions, with the "Public Transport" and "Influence & Sense of Control" rating the lowest. Interestingly, census-based socioeconomic data often mismatched participant's own perceptions about their neighborhood's social status. Qualitative analysis emphasized dissatisfaction with the Built Environment, particularly road conditions and relevant infrastructures.

**Conclusions:** This study highlights the complex interplay between individual-level and area-level factors in influencing arterial stiffness, as measured by cfPWV. While traditional risk factors such as age, sex, BMI, and blood pressure remain strong predictors of arterial health, neighborhood-level indicators—particularly census-based socioeconomic disadvantage and built environment

characteristics—also showed associations with vascular aging over and above these individual level risk factors. Notably, among lifestyle factors, walking activity emerged as a significant contributor to reduced arterial stiffness in this population. Participants’ perceptions of their neighborhood, as captured by the Place Standard Tool, revealed a social gradient in satisfaction, with perceived neighborhood ratings often diverging from census-based classifications. Qualitative findings further emphasized dissatisfaction with infrastructure and mobility-related elements of the built environment. These results underline the importance of integrating both census-based data and residents' perceptions when assessing the broader determinants of cardiovascular health, supporting the need for community-level interventions that address environmental and social disparities to improve arterial health outcomes.

**Keywords:** arterial stiffness; pulse wave velocity; arterial age; socioeconomic status; socioeconomic indicators; MedDiet; physical activity; mental and general health;

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Εισαγωγή:** Η αρτηριακή ελαστικότητα, η οποία αξιολογείται μη επεμβατικά με μετρήσεις της ταχύτητας του παλμικού κύματος (PWV), αποτελεί έναν αξιόπιστο δείκτη αρτηριακής υγείας, καθώς και πρόβλεψη καρδιαγγειακών επεισοδίων (ΚΑΕ) και ολικής θνησιμότητας στον γενικό πληθυσμό. Ενώ η κοινωνικοοικονομική (ΚΟ) θέση του ατόμου αποτελεί γνωστό παράγοντα κινδύνου για ΚΑΕ, το κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον και τα χαρακτηριστικά της κοινότητας στην οποία ζει κάποιος αλλά και άλλοι κοινωνικοί δείκτες υγείας, πιθανώς να επηρεάζουν επίσης τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων. Η κατανόηση του **πού** ζει κάποιος (παράγοντες κινδύνου σε επίπεδο περιοχής) μπορεί να παρέχει σημαντικές και επιπλέον πληροφορίες για το **πώς** ζει κάποιος (παράγοντες κινδύνου σε ατομικό επίπεδο), συμβάλλοντας έτσι σε μια πιο ολιστική προσέγγιση της αρτηριακής και καρδιαγγειακής υγείας.

**Μέθοδοι:** Η μελέτη DErICT είναι μία συγχρονική πληθυσμιακή μελέτη στην πόλη της Λεμεσού, με συμμετέχοντες άνω των 40 ετών, με την ελληνική ως μητρική γλώσσα (για διασφάλιση της κατανόησης των ερωτηματολογίων) που διέμεναν στην ίδια γειτονιά της Λεμεσού για τουλάχιστον τα τελευταία πέντε έτη. Η αρτηριακή ελαστικότητα σε ατομικό επίπεδο αξιολογήθηκε με μετρήσεις της ταχύτητα του παλμικού κύματος από την καρωτιδική στη μηριαία αρτηρία (cfPWV), ενώ η αρτηριακή ηλικία εκτιμήθηκε επιπρόσθετα μέσω πληθυσμογραφίας. Επιπλέον δεδομένα σε ατομικό επίπεδο συλλέχθηκαν από τους ίδιους τους συμμετέχοντες μέσω ερωτηματολογίων και αφορούσαν την ποιότητα ζωής (SF-12), τη φυσική δραστηριότητα (IPAQ), την προσκόλληση στη Μεσογειακή διατροφή (MedDiet Score) και την γενική υγεία και ευεξία (GHQ-12). Τα χαρακτηριστικά της περιοχής και η κοινωνική διαστρωμάτωση αξιολογήθηκαν χρησιμοποιώντας τόσο σύνθετους δείκτες δεδομένων απογραφής που αξιολογούν το “κοινωνικοοικονομικό μειονέκτημα” (SED) και το “δημογραφικό και δομημένο περιβάλλον” (DBE), όσο και αυτό-αναφερόμενες αξιολογήσεις των συμμετεχόντων για τις γειτονιές τους μέσω του εργαλείου Place Standard Tool (PST), το οποίο καλύπτει διαστάσεις περιοχής όπως η κινητικότητα, οι δημόσιοι χώροι και οι κοινωνικές διασυνδέσεις. Η στατιστική ανάλυση περιλάμβανε μικτές μεθόδους, με χρήση τόσο ποσοτικών αναλύσεων

(πολλαπλώς προσαρμοσμένων μοντέλων παλινδρόμησης), όσο και ποιοτικής θεματικής ανάλυσης των ανοικτών σχολίων των συμμετεχόντων στο PST. Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο Stata BE (έκδοση 18, StataCorp, College Station, TX, USA) και στο Excel (Microsoft v.2502). Η μελέτη ακολούθησε τις κατευθυντήριες γραμμές STROBE και έλαβε έγκριση από την Εθνική Επιτροπή Βιοηθικής Κύπρου (Αριθμός Πρωτοκόλλου: EEBK ΕΠ 2018\_02).

**Αποτελέσματα:** Στη μελέτη συμμετείχαν 308 άτομα, εκ των οποίων τα 303 χρησιμοποιήθηκαν στην τελική ανάλυση (55,12% άνδρες και 44,88% γυναίκες). Τα επίπεδα εκπαίδευσης ήταν παρόμοια μεταξύ των δύο φύλων, με το 42,24% να κατέχει πανεπιστημιακό πτυχίο και την πλειοψηφία (71,62%) να εργάζεται με πλήρη απασχόληση. Η κατανομή του εισοδήματος κατά φύλο παρουσίασε οριακή στατιστική σημαντικότητα ( $p = 0,052$ ), με τους άνδρες να αναφέρουν ελαφρώς υψηλότερες απολαβές. Καταγράφηκε χαμηλή πληθυσμιακή κινητικότητα, καθώς το 75,91% διέμενε στην ίδια γειτονιά για πάνω από 10 χρόνια και το 91,09% ήταν ιδιοκτήτες της κατοικίας τους. Ο μέσος δείκτης μάζας σώματος ( $\Delta\text{Μ}\Sigma$ ) η συστολική αρτηριακή πίεση ( $\Sigma\text{ΑΠ}$ ) και οι καρδιακοί παλμοί στον πληθυσμό ήταν  $27,8 \text{ kg/m}^2$ ,  $116,9 \text{ mmHg}$  και  $70,3$  σφύξεις/λεπτό αντίστοιχα, με τους άνδρες να εμφανίζουν σημαντικά υψηλότερη αρτηριακή πίεση σε σχέση με τις γυναίκες ( $\Sigma\text{ΑΠ}$ :  $120,9$  έναντι  $111,9 \text{ mmHg}$ ,  $p < 0,001$  και  $\Delta\text{ΑΠ}$ :  $79,1$  έναντι  $70,9 \text{ mmHg}$ ,  $p < 0,001$ ). Η  $\text{cfPWV}$  συσχετίστηκε ισχυρά με την ηλικία ( $p < 0,001$ ), το φύλο ( $p < 0,001$ ), τον  $\Delta\text{Μ}\Sigma$  ( $p = 0,001$ ) και τη  $\Sigma\text{ΑΠ}$  ( $p < 0,001$ ). Ο Δείκτης κοινωνικοοικονομικού μειονεκτήματος (SED) και ο δείκτης δημογραφικού και δομημένου περιβάλλοντος (DBE) παρουσίασαν στατιστική συσχέτιση με την  $\text{cfPWV}$  στο τελικό μοντέλο (προσαρμόζοντας για την ηλικία, το φύλο, τη συστολική αρτηριακή πίεση, και τη λήψη αντιδιαβητικής αγωγής (SED:  $p=0.045$ , DBE:  $p=0.071$ ). Επιπλέον, οι δείκτες SED και DBE συσχετίστηκαν σημαντικά με τη διαφορά μεταξύ χρονολογικής και αρτηριακής ηλικίας, η οποία δείχνει μία αναντιστοιχία μεταξύ της ηλικίας του ατόμου και της ηλικίας του αρτηριακού του συστήματος ( $p = 0,013$  και  $p < 0,001$  αντίστοιχα). Το συνολικό MedDiet Score ( $p = 0,439$ ), όπως και οι επιμέρους κατηγορίες τροφίμων, δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την  $\text{cfPWV}$ . Όσον αφορά τη σωματική

δραστηριότητα, το περπατήμα (που ήταν και η πιο συχνή μορφή άσκησης στον πληθυσμό) συσχετίστηκε με την cfPWV ( $p = 0,023$ ) και εξακολούθησε να παραμένει σημαντικό κατόπιν διόρθωσης. Ούτε το συνολικό σκορ του GHQ-12 αλλά ούτε και οι δύο υποκατηγορίες του SF-12 (φυσική υγεία και πνευματική υγεία) δεν έδειξαν στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την cfPWV. Τέλος, το PST κατέγραψε χαμηλές αξιολογήσεις σε πολλές διαστάσεις, με το "Δημόσιες Συγκοινωνίες" και την "Επιρροή & Αίσθημα Ελέγχου" να συγκεντρώνουν τις χαμηλότερες βαθμολογίες. Αξιοσημείωτο ήταν ότι η αξιολόγηση του κοινωνικο-οικονομικού περιβάλλοντος με βάση τα δεδομένα απογραφής συχνά διέφερε από τις προσωπικές αντιλήψεις των συμμετεχόντων σχετικά με την κοινωνική θέση της γειτονιάς τους. Η ποιοτική ανάλυση ανέδειξε ιδιαίτερη δυσαρέσκεια για το δομημένο περιβάλλον, ειδικότερα για την κατάσταση των δρόμων και τις σχετικές υποδομές.

**Συμπεράσματα:** Η μελέτη αυτή αναδεικνύει τη σύνθετη αλληλεπίδραση μεταξύ ατομικών και κοινοτικών παραγόντων στην επίδρασή τους στην αρτηριακή ελαστικότητα και υγεία, όπως αυτή μετρήθηκε μέσω cfPWV. Ενώ παραδοσιακοί παράγοντες κινδύνου όπως η ηλικία, το φύλο, ο ΔΜΣ και η αρτηριακή πίεση παραμένουν ισχυροί προγνωστικοί δείκτες αρτηριακής υγείας, οι δείκτες σε επίπεδο γειτονιάς — ιδιαίτερα το κοινωνικοοικονομικό μειονέκτημα και τα χαρακτηριστικά του δομημένου περιβάλλοντος — συσχετίστηκαν επίσης με την αγγειακή υγεία και γήρανση πέρα από τους ατομικούς παράγοντες. Όσον αφορά τους ατομικούς συμπεριφορικούς παράγοντες, μόνο η δραστηριότητα του περπατήματος φάνηκε να συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της αρτηριακής ελαστικότητας. Οι αντιλήψεις των συμμετεχόντων για τη γειτονιά τους, όπως αυτές καταγράφηκαν με το εργαλείο Place Standard Tool, έδειξαν μια κοινωνική κλίμακα ικανοποίησης, με τις αυτό-αξιολογήσεις της γειτονιάς να διαφέρουν συχνά από τις ταξινομήσεις που βασίζονται στην απογραφή. Τα ποιοτικά ευρήματα τόνισαν περαιτέρω τη δυσαρέσκεια σε υποδομές και θέματα κινητικότητας στοιχεία του δομημένου περιβάλλοντος. Αυτά τα αποτελέσματα τονίζουν τη σημασία της ενσωμάτωσης τόσο δεδομένων απογραφής αλλά και των αντιλήψεων των ίδιων των κατοίκων, στη μελέτη των ευρύτερων προσδιοριστικών παραγόντων της καρδιαγγειακής υγείας, υποστηρίζοντας την

ανάγκη για παρεμβάσεις σε επίπεδο κοινότητας και γύρω από περιβαλλοντικές και κοινωνικές ανισότητες, προκειμένου να βελτιωθεί η αγγειακή υγεία των πολιτών.

**Λέξεις-κλειδιά:** αρτηριακή ελαστικότητα, ταχύτητα παλμικού κύματος, αρτηριακή ηλικία, κοινωνικοοικονομική κατάσταση, κοινωνικοοικονομικοί δείκτες, Μεσογειακή διατροφή, σωματική δραστηριότητα, ψυχική και γενική υγεία.