

図2 禁煙推進におけるクイットラインの特徴と役割

カウンセラーから電話をして禁煙の働きかけや支援を行う能動的な方式が、有効性ならびに費用対効果にも優れ、施策としてのインパクトが期待できる [9, 10]。無作為比較試験のメタアナリシス研究で、能動的クイットラインの有効性が確認されており、6ヵ月以上の追跡期間で禁煙率が1.4倍高まることが報告されている [10]。一方、受動的クイットラインの効果は実証されていない。

諸外国で実施されているサービス内容は、短時間の1回のカウンセリングから複数のフォローアップによる集中的カウンセリングまで幅がある。また、カウンセリングにセルフヘルプ教材や禁煙補助薬の提供、ウェブによる支援などを組み合わせて実施される場合もある。

クイットラインの利点として、①アクセスが容易である、②1つのセンターから広範囲にサービスを提供できる、③禁煙外来の紹介など地域の禁煙サービスのネットワーク拠点としての機能を果たし、地域全体の禁煙率を高める、などがあげられる。

わが国での普及にあたっては、保健医療システムの特徴や既存の禁煙支援体制（2006年からの禁煙治療の保険適用、2013年からの特定健診・特定保健指導における喫煙の保健指導の強化など）を踏まえて、それらと連携した包括的なサービス体制を構築することが重要である（図2）。具体的には、医療や健診の場で禁煙を勧め、禁煙希望者には禁煙外来のほか、クイットラインを紹介してフォローアップの受け皿として活用したり、入院中に禁煙した患者への退院後のフォローアップとして活用することが禁煙成功者を増やすことにつながり、効果的と考える。そのインフラとして、がん診療連携拠点病院の活用のほか、医療費適正化やデータヘルス計画でたばこ対策に取り組んでいる自治体や保険者が単独または共同設置する案、禁煙補助薬に関する知識を有し、禁煙サポーターの養成に熱心な薬剤師会が全国的な規模で相談業務を担う案などが考えられる。

V. 保険による禁煙治療の普及と内容の充実

2006年度から「ニコチン依存症管理料」が新設され、外来での健康保険による禁煙治療が可能となった。禁煙治療の内容は、12週間にわたり合計5回の治療を行う。禁煙補助薬としては、ニコチンパッチと内服薬のバレニクリンが保険薬として使用可能である。

禁煙治療の効果については、これまで2回実施された中医協の結果検証において治療終了時の禁煙率が55～58%（5回受診完了者では72～79%）、治療終了後9ヵ月間禁煙継続率が30～33%（5回受診完了者では46～49%）と一貫した成績（図3）が得られており、国際的にみても一定の成果をあげていることが確認されている [11, 12]。結果検証のデータを用いて禁煙治療の費用効果分析（確率感度分析法による）が実施され、禁煙治療が子宮頸がん予防のHPVワクチンや乳がん検診などの予防対策と比較して極めて経済性が優れていることが明らかにされている [13]。

禁煙治療へのアクセスは、2006年の禁煙治療に対する保険適用以降、全国のニコチン依存症管理料の登録医療機関数は年々増加し（2015年9月現在15,800余施設）、改善されつつあるが、今なお医療機関全体に占める割合は15%、病院に限っても29%にとどまっている。上述のITC Projectによる調査結果によると、年間禁煙試行率は中国やドイツ、フランスに次いで低く、たばこ規制・対策の遅れを反映した結果となっている（表3） [4]。わが国では禁煙試行者における禁煙補助薬や禁煙治療の利用割合が最も高いイギリスと比べて、それぞれ1/3、1/2程度と低い。さらに、外来で禁煙治療中の者が入院した場合は禁煙補助薬の処方が保険で可能であるが、入院患者に対する新規の禁煙治療は保険対象外となっている。また、ブリンクマン指数（喫煙年数×喫煙本数）200以上という患者要件により、未成年者を含め若年者が保険適用対象外となっていることや、歯科領域における医科と連携した禁煙治療に保険適用がなされていないといった問題がある。

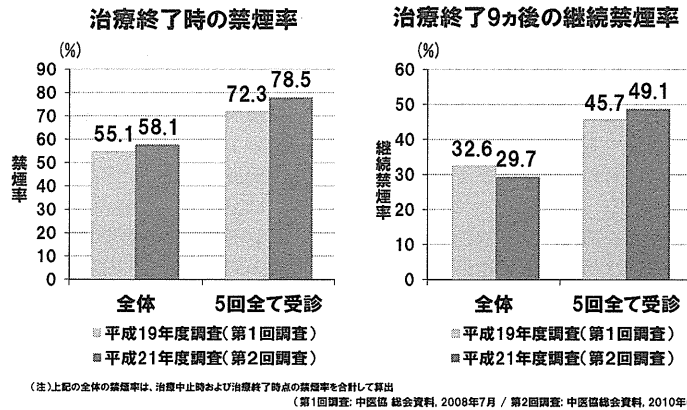


図3 健康保険による禁煙治療の効果検証結果

表3 喫煙者の禁煙行動に関する国別の比較

	年間禁煙 試行率	禁煙試行者における各種禁煙支援の利用割合		
		禁煙補助薬の使用割合	専門的な禁煙治療の利用割合*	クイットラインの利用割合*
アメリカ	38.2%	40.5%	12.3%	9.3%
カナダ	33.8%	46.3%	14.8%	7.2%
イギリス	30.5%	47.2%	17.2%	6.2%
フランス	23.9%	-	8.2%	2.8%
ドイツ	19.7%	7.9%	3.3%	3.2%
日本	28.3%	16.6%	7.4%	-
韓国	49.0%	24.3%	12.3%	3.9%
中国	18.3%	9.5%	-	3.9%
オーストラリア	34.8%	43.4%	3.9%	9.9%
ニュージーランド	36.9%	25.2%	6.2%	12.2%

(注) 日本以外のデータはInternational Tobacco Control Policy Evaluation Project: FCTC Article 14 Tobacco Dependence and Cessation Evidence from the ITC Project, 2010. <http://www.itcproject.org/keyfindi/itcessationreportpdf>より引用(数値はDr.Borlandとのpersonal communicationにより入手)

日本のデータは、厚労科学第3次対がん研究(中村班)による喫煙者コホート調査(2010年6月実施分)による。

*印で示した項目については、ドイツ、フランスは年間でなく6ヵ月間の状況把握に基づく。

(平成22年度 厚労科学 第3次対がん研究 中村班)

今後、たばこ規制・対策の進展とともに、禁煙困難例の相対的な増加が予想されることから、以下に述べるように禁煙治療の普及と内容の充実が必要と考える。すなわち、①マスメディアキャンペーンやクイットラインと連携した禁煙治療の情報提供と利用の促進、②禁煙治療へのアクセスの向上のための登録医療機関の増加、③現行の制度で禁煙治療の保険適用の対象とならない入院患者、若年者、歯科患者への保険適用や、精神疾患等の禁煙困難例への治療期間の延長など、適用範囲の拡大が必要である。

VI. 指導者トレーニングとJ-STOP

禁煙支援の指導者トレーニングの効果については、トレーニングにより、指導者による禁煙支援の実施率(禁煙開始日の設定、カウンセリングの実施、フォローアップの設定、セルフヘルプ教材の提供、など)が向上するだけでなく、指導を受けた喫煙者の禁煙率が有意に向上

することが明らかになっている[14]。

1999年から禁煙治療サービスを世界に先駆けて実施したイギリスでは、2009年から国立のトレーニングセンター(NHS Center for Smoking Cessation and Training)をUniversity College Londonに設置して、国としての指導者トレーニングを行っている。わが国では、禁煙関連学会が禁煙支援等に関する資格認定を実施しているが、保険による禁煙治療については、実施要件としてトレーニングの受講や資格認定が求められていないこともあり、そのための公的なトレーニング体制は整備されていない。今後、登録医療機関の増加や喫煙率の減少に伴う禁煙困難例の相対的な増加が予想される中で、一定の禁煙治療の質を確保するために実施要件やそのためのトレーニング体制の整備が必要と考える。

2008年度から始まった特定健診・特定保健指導については、厚生労働省が定めた指導者研修プログラムに禁煙支援のテーマが組み込まれた。その結果、保険者や医療団体、関連学会による研修会において禁煙支援に関する

研修が広く実施されることにつながった。しかし、現行の制度においては喫煙に関する保健指導が必須の指導事項となっていないため、これらの研修が現場での実践に必ずしもつながっていない。今後、特定健診・特定保健指導の制度において、喫煙に関する保健指導を必須の指導事項として位置づけ、指導の質の向上を図ることが望まれる。

これらの取り組みを実施するにあたって、筆者らが開発に関わってきた日本禁煙推進医師歯科医師連盟のプロジェクト (Japan Smoking cessation Training Outreach Project, J-STOP) において開発したWeb学習プログラムとeラーニングが有用と考える [15]。Web学習プログラムは、禁煙支援・治療に必要な基本的な知識を講義視聴とアセスメントテストによって簡易に学習できるものであり、通年で利用可能である (表4)。現在、3種類の禁煙支援の講義のほか、職場の受動喫煙防止対策の講義を加えて、計4種類の内容がある。一方、eラーニングは禁煙外来用の「禁煙治療版」、日常診療用の「禁煙治療導入版」、保健事業の場用の「禁煙支援版」の3種類がある (表5)。一度にアクセスできる数に限りがあり、毎年、受講案内を行う組織や団体 (自治体、保険者、全国の禁煙治療登録医療機関、学会、保健医療団体など) を決めて、12月～2月にかけてeラーニングを開

講している。「禁煙支援版」の主要コンテンツは厚生労働省の「禁煙支援マニュアル (第二版)」に採用されており、eラーニングの受講により、マニュアルの内容について効果的な学習が可能となる。2010年度からの通算5年間のトレーニングの結果、申込み者は3,225名、そのうち参加に必要な学習前アンケートに回答した者 (参加者) は2,673名、参加者における修了率は69.9%であった。トレーニングの効果評価として、修了者を対象にトレーニングの前後での禁煙治療・支援に関する知識、態度、自信、行動の変化を調べた。その結果、いずれのプログラムにおいても、トレーニング後に知識、態度、自信の有意な改善がみられるだけでなく、喫煙者への禁煙アドバイスなどの行動においても有意な改善が認められた [16]。さらにトレーニング前にみられた知識、態度、自信、行動についての受講者間の格差がトレーニングに縮小する効果もあることを確認した [16]。

VII. おわりに

本稿では、WHOのたばこ規制枠組条約の第14条とその履行のためのガイドラインに照らして、わが国の禁煙支援・治療に関わる現状と課題を述べるとともに、その課題解決の方策について述べた。冒頭でも述べたように、

表4. Webによる簡易学習

禁煙支援 (3種類) と受動喫煙防止 (1種類) についての専門家による講義を視聴した後、それぞれ5問のアセスメントテストに解答し、講義内容の理解の確認ができる。学習時間は各々30分～1時間程度。通年でいつでも学習可能。

			
日常診療での禁煙支援(24分)	健診等での短時間禁煙支援(56分)	禁煙支援における行動科学(38分)	職場における受動喫煙防止対策(16分)

表5 禁煙支援・治療のためのeラーニングプログラム

	禁煙治療版	禁煙治療導入版	禁煙支援版
用途	禁煙外来	日常診療 薬局・薬店	地域や職域の保健事業の場
学習内容	禁煙治療標準手順書に準拠した禁煙治療	短時間でできる禁煙の動機づけや情報提供	短時間でできる禁煙の動機づけや情報提供、禁煙カウンセリング
コンテンツ	1. 講義ビデオ 2. テキスト学習 (9単元) 3. バーチャル症例検討 4. バーチャルQ & A演習 (20問) 5. バーチャルカウンセリング (5例)	1. 講義ビデオ 2. テキスト学習 (4単元) 3. バーチャルカウンセリング (3例) 4. Q & A演習 (20問)	1. 講義ビデオ 2. テキスト学習 (4単元) 3. テキストとビデオによるカウンセリング学習 4. Q & A演習 (20問)
学習時間 (目安)	10～12時間	3～4時間	4～5時間

(日本禁煙推進医師歯科医師連盟 J-STOPホームページより)

健康日本21（第2次）で掲げられた成人喫煙率の数値目標を達成するためには、WHOのたばこ規制枠組条約に沿ったたばこ規制・対策の推進が必要である。具体的には、たばこ税・価格の大幅な引き上げの継続、受動喫煙防止のための法的規制の強化に加えて、健診等での禁煙のアドバイスの普及とクイットラインの普及が政策ミックスとして同時実施される必要があることが厚生労働省の研究班での検討結果から示されている [17, 18]。

今後、たばこ規制・対策の進展とともに、禁煙支援・治療に対するニーズが増加することが予想される。現行の禁煙治療の制度の充実を図りながら、医療や健診等での禁煙アドバイスやクイットラインの実施体制を整備して、禁煙を推進する保健医療システムを構築することが必要である。

第3次対がん総合戦略研究事業の研究成果のまとめとして、主要なたばこ政策について、政策提言用のファクトシートを作成した。禁煙支援・治療については、「禁煙支援・治療総論」、「がん検診の場における禁煙支援」、「クイットライン（電話での無料禁煙相談）」の3種類を作成して、厚生労働省のeヘルスネットで公開しているので参考にされたい。

謝辞

本稿で述べた研究成果は、2004-13年の厚生労働科学研究費補助金第3次対がん総合戦略研究事業（H16-3次がん-015, H19-3次がん-一般-015, H22-3次がん-一般-016）における研究による。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- [1] Ikeda N, Inoue M, Iso H, et al. Adult mortality attributable to preventable risk factors for non-communicable diseases and injuries in Japan: a comparative risk assessment. *PLoS Med.* 2012; 9 (1):e1001160.
- [2] WHO Framework Convention on Tobacco Control. World Health Organization, 2003 (updated 2004, 2005).
- [3] WHO Framework Convention on Tobacco Control. Guidelines for implementation of Article 14 of the WHO Framework Convention on Tobacco Control. Demand reduction measures concerning tobacco dependence and cessation. World Health Organization, 2011.
- [4] 中村正和, 研究代表者. 厚生労働科学研究費補助金第3次対がん総合戦略研究事業「発がんリスクの低減に資する効果的な禁煙推進のための環境整備と支援方策の開発ならびに普及のための制度化に関する研究」平成22年度総括・分担研究報告書. 2011.

- [5] 中村正和, 研究代表者. 厚生労働科学研究費補助金第3次対がん総合戦略研究事業「発がんリスクの低減に資する効果的な禁煙推進のための環境整備と支援方策の開発ならびに普及のための制度化に関する研究」平成23年度総括・分担研究報告書. 2012.
- [6] 厚生労働省. 禁煙支援マニュアル（第二版）. 2013.
- [7] 厚生労働省. がん予防重点健康教育及びがん検診実施のための指針. 平成20年3月.
- [8] 中山富雄, 嶋田ちさ. 健診・検診や保健指導の場における禁煙支援の事例報告（1）地域の事例報告. 大井田隆, 他, 編. 特定健康診査・特定保健指導における禁煙支援から始めるたばこ対策. 東京: 日本公衆衛生協会; 2013. p.125-133.
- [9] Centers for Disease Control and Prevention. Telephone Quitlines: A Resource for Development, Implementation, and Evaluation. U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health, Final Edition. Atlanta, GA. 2004.
- [10] Stead LF, Hartmann-Boyce J, Perera R, et al. Telephone counselling for smoking cessation. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013, Issue 8. CD002850.
- [11] 厚生労働省中央社会保険医療協議会総会. 診療報酬改定結果検証に係る特別調査（平成19年度調査）ニコチン依存症管理料算定保険医療機関における禁煙成功率の実態調査報告書. 平成20年7月9日. <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2008/07/dl/s0709-8k.pdf> (accessed 2015-09-14)
- [12] 厚生労働省中央社会保険医療協議会総会. 診療報酬改定結果検証に係る特別調査（平成21年度調査）ニコチン依存症管理料算定保険医療機関における禁煙成功率の実態調査報告書. 平成22年6月2日. <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2010/06/dl/s0602-3i.pdf> (accessed 2015-09-14)
- [13] 福田敬, 津谷喜一郎, 五十嵐中, 他. 禁煙推進方策の医療経済的評価. 厚生労働科学研究費補助金第3次対がん総合戦略研究事業「効果的な禁煙支援法の開発と普及のための制度化に関する研究」（研究代表者：中村正和）平成21年度総括・分担研究報告書. p.77-93. 2010.
- [14] Carson KV, Verbiest MEA, Crone MR, et al. Training health professionals in smoking cessation. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2012, Issue 5. CD000214.
- [15] 日本禁煙推進医師歯科医師連盟. J-STOPホームページ. <http://www.j-stop.jp> (accessed 2015-09-14)
- [16] 中村正和, 萩本明子, 増居志津子. 禁煙支援に関する指導者教育と評価に関する研究. 厚生労働科学研究費補助金循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総

- 合研究事業（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策
実用化研究事業）「標準的な健診・保健指導プロ
グラム（改訂版）及び健康づくりのための身体活動基
準2013に基づく保健事業の研修手法と評価に関する
研究」（研究代表者：津下一代）平成26年度総括・
分担研究報告書. p.159-183. 2015.
- [17] 中村正和. 医療や健診の場での禁煙推進の制度化と
その効果検証に関する研究. 厚生労働科学研究費補
助金第3次対がん総合戦略研究事業「発がんリスク
の低減に資する効果的な禁煙推進のための環境整備
と支援方策の開発ならびに普及のための制度化に関
する研究」（研究代表者：中村正和）平成25年度総括・
分担研究報告書. p.25-40. 2014.
- [18] 中村正和. 成人喫煙率12%達成に向けて. 公衆衛生.
2015;79(10):659-663.

健康づくりにおけるポピュレーション戦略の 重要性と国際的動向

公益社団法人地域医療振興協会ヘルスプロモーション研究センター センター長 中村正和

POINT

- ① ポピュレーション戦略は単に集団への教育啓発にとどまらない
- ② 効果的なポピュレーション戦略には、地域が主体となった持続性のある活動とそれを支える環境整備がある
- ③ ポピュレーション戦略を検討するにあたり、「介入のはしご」に示された方策が有用である
- ④ ポピュレーション戦略のルーツはNorth Karelia Projectにある
- ⑤ 農業政策の転換や食品産業との協働による保健分野を越えた環境整備は、現代においても革新的であり、学ぶべき点は多い

はじめに

近年、わが国においては、高齢化の急速な進行とともに、生活習慣病や認知症のように生活習慣や加齢に起因する健康障害が公衆衛生上の重要な課題となってきた。これらの健康障害は、生活習慣等の改善によって発症や進展の予防が一定程度可能なことから、個人への教育的アプローチに加えて、社会の仕組みや制度の改革を含む環境面からのアプローチを組み合わせた地域ぐるみの取り組みの重要性が改めて認識されている。

本稿では、ヘルスプロモーションの観点から、地域ぐるみの取り組みを行う上で必須の要素となるポピュレーション戦略の重要性と方策について述べるとともに、具体的な事例として、

フィンランドでのNorth Karelia Projectを取り上げ、その事例から学ぶべき点を紹介する。

ハイリスク戦略とポピュレーション戦略

ハイリスク戦略とは、健康障害を引き起こすリスクが高い者(ハイリスク者)に対して、そのリスクを下げる働きかけをして健康障害を予防する方法をいう¹⁾。例えば、健診で発見された高血圧や糖尿病を有する人に対して、保健指導や受療勧奨を行う取り組みである。ハイリスク戦略は個人を特定した取り組みができ、その個人に対しては一定の効果が期待されるが、集団全体からみたインパクトは限られていることが指摘されている。一方、ポピュレーション戦略は、

特集

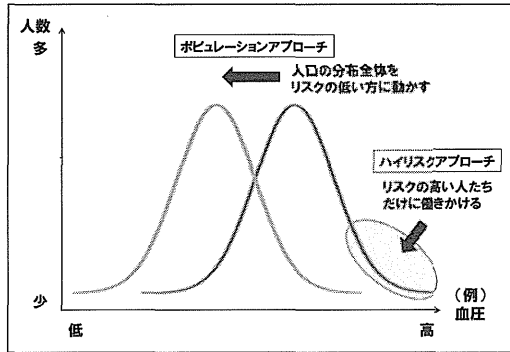


図1 ポピュレーションアプローチとハイリスクアプローチ

ハイリスク者のみならず、集団全体に対して働きかけを行い、集団全体の健康水準の改善を図ることを目指している。具体的には、地域や職域の集団全体の血圧や血糖の分布を好ましい方向にシフトする取り組みをいう(図1)。両戦略は排他的な関係ではなく、一般には組み合わせて用いられることが多い。集団全体に効果的に働きかけるためには、教育的な手段だけにとどまらず、環境整備(制度化、法的規制、経済誘導、物理的な環境整備など)を行う必要がある。この概念を提唱したRoseは、教育にとどまるポピュレーション戦略を「表層的」と呼び、その効果の限界を指摘した¹⁾。わが国でもハイリスク戦略の対象は個人、ポピュレーション戦略の対象は集団と短絡的に捉えて、集団への教育啓発をポピュレーション戦略と考えている傾向があるが、これはポピュレーション戦略の一部に過ぎない。ポピュレーション戦略の本質は、健康を目指した行動を阻害する本質的な障害を社会として取り除くことであり、主たる戦略は環境整備であることを再認識することが大切である。

1986年に定められたWHOのヘルスプロモーションに関するオタワ憲章において、ヘルスプロモーションの活動方法として、①健康的な公共政策づくり、②健康を支援する環境づくり、③地域活動の強化、④健康につながる個人技術の開発、⑤ヘルスサービスの方向転換、が挙げられている。これらの活動方法の中で、④以外はいずれも環境整備に該当する取り組みである。つまり、ポピュレーション戦略は、ヘルスプロモーションの理念に沿った主要戦略であり、現

在WHOが国際的に推進するNCD (Non-Communicable Disease) 対策においてもその基軸となる取り組みである。

ポピュレーション戦略は、その方法によっては、健康格差をむしろ拡大する可能性がある。ハイリスク者はローリスク者と比べて介入効果が小さいため、ポピュレーション戦略によって集団全体のリスクの平均は小さくなるものの、高リスク者とローリスク者のリスクの差は拡大することが実際の対策事例から指摘されている²⁾。これを補完する方法として、社会的弱者に焦点を当てた戦略(vulnerable population approach)²⁾が提唱されており、その具体的な方策を対象集団の特性に合わせて検討することが今後必要とされている。

「介入のはしご」とポピュレーション戦略

行動経済学の立場から「ナッジ」(Nudge)という考え方が提案され、2010年のイギリス政府の報告書^{3)~4)}に採用されるなど、欧米での健康政策に導入されつつある。ナッジとは、人々を強制することなく、自ら意思決定して望ましい行動に誘導するような仕組みをいう⁵⁾。わが国でも試みが始まっている具体例として、食品や外食に栄養成分表示をする、社員食堂での定食に野菜料理を必ずセットする、食品産業の協力を得て加工食品中の塩分を減らす、町の中の歩道や自転車道を整備する、たばこの箱にたばこの害を訴える写真付きの警告表示を入れる、がん検診や禁煙治療の無料クーポンを配布するなどがある。

ナッジの考え方を健康政策にいち早く導入したイギリスでは、ナッジを含むポピュレーション戦略を介入効果のレベル別に8つに分類し、「介入のはしご」として示している(図2)。レベル1と2は法的規制によるものであり、法律による違法性薬物の禁止や公共場所の喫煙の禁止、たばこやアルコールの広告規制や年齢制限が具体例として挙げられる。レベル3と4は、経済的な措置による誘導であり、レベル3の具体例として、国際的に広く用いられているたばこやアルコールの

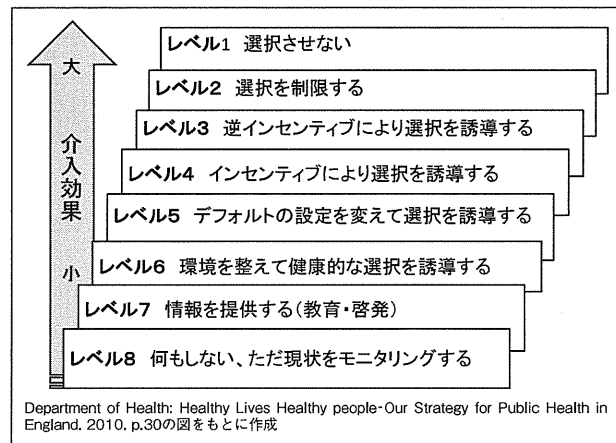


図2 介入のはしご

税率の引き上げ、肥満対策としてのソーダ課税やファーストフード課税がある。一方、レベル4の具体例としては、禁煙またはたばこを吸わない社員への禁煙手当がある。最近自治体や職域で導入されている「健康マイレージ」もレベル4に該当するが、インセンティブの内容によって誘導効果は大きく異なるように思われる。

ナッジは、レベル5と6に該当し、その例は上述したとおりである。Roseが表層的ポピュレーション戦略と呼んだ教育啓発は、レベル7に該当する。一般に介入の効果は上位のレベルほど大きいとされており、今後、地域の健康づくりの中で、教育啓発だけのポピュレーション戦略にとどまらず、より上位の健康政策の検討と導入が求められる。

North Karelia Projectから学ぶ

North Karelia Projectは、フィンランドにおいて実施された世界初の虚血性心疾患の死亡を減らすための地域介入プロジェクトである^{6,7)}。1960年代当時、フィンランド東部のノースカレリア地方は虚血性心疾患の死亡率が特に高く、その背景として高血圧、高コレステロール血症、喫煙が多いことがいくつかの疫学研究によって指摘されていた。さらに、高血圧と高コレステロール血症が多い理由として、食塩摂取量の過多、飽和脂肪酸を多く含む乳製品の摂りすぎ、野菜不足が考えられた。これらの状況を改善す

るべく、ノースカレリアの知事が住民代表として国会に請願を行い、その結果、1972年から国家プロジェクトが開始された。介入にあたっては、虚血性心疾患に関わる生活習慣の改善に焦点をあて、ハイリスク戦略とポピュレーション戦略が組み合わせて用いられた。

本プロジェクトは当初5年間の予定であった。クオピオ地方をコントロール地区として効果を調べたところ、関連する生活習慣、高血圧や高コレステロール血症の危険因子の顕著な改善がみられただけでなく、男性の働きざかりの年代において虚血性心疾患の罹患率の減少が観察された⁶⁾。その成果を受けてプロジェクトは継続されることになり、ノースカレリアでの取り組みをフィンランド全土に拡大することが決定された。そのため、5年目以降の評価は、全フィンランドを比較参照として評価がなされている。

30年以上に及ぶ取り組みの結果^{6,7)}、まず、食事について顕著な改善がみられた。プロジェクト開始時にはほとんどの住民がパンにバターをつけ、料理にもバターを使っていた。35年後にはパンにバターをつける割合はわずか5%まで減少し、約60%の家庭で植物性のオイルを料理に使うようになった。食塩の摂取量も20%減少した。これらの改善に伴い、血清コレステロール値の低下(変化割合として約20%減少)や血圧値の改善(収縮期血圧11~19mmHg, 拡張期血圧9~14mmHgの低下)がみられた(表1)⁷⁾。喫煙率についても、男性において52%から31%へと

特集

表1 ノースカレリアにおける30～59歳男女の主要なリスク因子の変化(1972年～2007年)

年	男性			女性		
	喫煙率 (%)	血清コレステロール (mmol/l)	血圧 (mmHg)	喫煙率 (%)	血清コレステロール (mmol/l)	血圧 (mmHg)
1972	52	6.9	149/92	10	6.8	153/92
1977	44	6.5	143/89	10	6.4	141/86
1982	36	6.3	145/87	15	6.1	141/85
1987	36	6.3	144/88	16	6.0	139/83
1992	32	5.9	142/85	17	5.6	135/80
1997	31	5.7	140/84	16	5.6	133/80
2002	33	5.7	137/83	22	5.5	132/78
2007	31	5.4	138/83	18	5.2	134/78

Puska P: Diabetes Voice, 2008; 53: 26-29

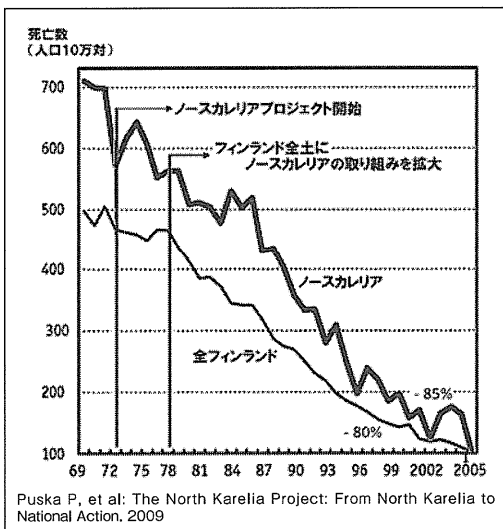


図3 ノースカレリアにおける虚血性心疾患の年齢調整死亡率の推移

顕著な改善がみられた(差分として21%減少)。

その結果、虚血性心疾患の年齢調整死亡率(30～59歳)が35年間で85%減少し、全フィンランドに比べてより減少した(図3)⁶⁾。がんや総死亡率(それぞれ67%、63%の減少)も、全フィンランドと比べてより減少した。そのほか、主観的な健康度や生活への満足度においても改善がみられた。

世界初の地域介入プロジェクトであったにもかかわらず、本プロジェクトが成功した理由として、以下の点を挙げることができる⁹⁾。まず第1に、行動科学や社会科学の理論に基づいて介入プログラムを設計し、生活習慣の変容だけで

なく、その背景にある規範や文化の変容を視野に入れたことが挙げられる。実際に用いられた理論には、社会的学習理論、diffusion theory, community organizationなどがある。しかも、プロジェクトの実施にあたって、地域の考え方やニーズを踏まえて変更可能とし、地域に合った内容となるよう、柔軟性をもたせたことも特徴といえる。第2に、地域住民をはじめ、地域の関係機関(住民組織、行政機関、保健医療団体、メディアなど)との協働である。これらの協働は、住民や関係者の当事者意識を高め、プロジェクトへの主体的な参加と協力につながった。住民から選出され訓練されたリーダーや主婦団体等の活動、地元メディアによる報道は、関係住民に対するプロジェクトの周知と教育に大いに貢献した。第3に、公的なプロジェクトの位置づけとサポートである。本プロジェクトにおいては、行政や保健所の積極的な関与は重要な要素であったが、業務としてプロジェクトに関わることで、プロジェクトが円滑に進行したと考えられる。また、5年目以降は、国立公衆衛生研究所がプロジェクトの継続と他地域への普及を担当したが、このことも継続的に成果を上げることにつながった。前述の住民や地域の関係者の主体的な取り組みと合わせて、まさに官民あげた取り組みがなされ、しかも取り組みの内容が充実していたことが成果につながったと指摘されている。第4に、農業政策の転換や食品産業との協働による環境整備がある。具体的には、

寒冷地で育つ果物の開発、酪農家に対する果実生産への転換の法的支援(the Berry Project)、バターに代わる植物油生産のための農業振興政策などの取り組みがなされた。WHOがヘルスプロモーションに関するオタワ憲章を定めたのが1986年であるが、それに遡ること10数年前に、ポピュレーション戦略として、保健の分野を越えた環境整備が実施されたのは特筆に値する。第5に、プロジェクトのモニタリングと関係者へのフィードバックである。現代的な表現では、プロジェクトの進捗と成果の「可視化」である。これにより、住民や関係者のやる気を維持することにつながったと考えられる。また、前述したように、プロジェクトの5年目以降、ノースカレリアでの取り組みをフィンランド全土に広げることになったが、このことにより、ノースカレリアはフィンランドの先駆的モデルとして国内外から注目されたことも成果を上げた要因と考えられる。

おわりに

North Karelia Projectの成功を受けて、1980年代以降、アメリカにおいて、循環器疾患やがん、たばこ、エイズ、薬物乱用をテーマとして、数多くの地域ベースの介入研究が実施された。しかし、その多くは、効果は限定的で、North Karelia Projectのような効果は得られなかった。その理由として、研究方法上の諸問題、疾病やリスク要因に関わる社会的動向の影響、介入内容の不足(介入期間、地域の実情やターゲットに合ったプログラムの不足、地域への浸透の不足、環境整備を促す取り組みの不足)、介入に用いられた理論的枠組みの限界などが挙げられている¹⁰⁾。筆者は、これらの理由の中でも、ヘルスプロモーションの真髄である住民を含む地域の主体的な取り組みの不足と、制度や法律等の変更を伴う環境整備が不足していたことが、North Karelia Projectとの決定的な差であったと考える。この背景にはヨーロッパとアメリカの文化や社会構造の違いが関係しているのかもしれない。

わが国でも人口が急速に高齢化する中で、生

活習慣病や介護・認知症予防などの健康づくり活動を地域ぐるみで行うことが一層重要となってきた。地域全体で効果を上げるためには、ハイリスク対策に加えて、ポピュレーション戦略に基づく対策を実施することが必要となる。その際に、この分野の成功事例としてのNorth Karelia Projectに学ぶ点が多い。特に、住民や関係組織の巻き込みによる主体的な取り組みを促しつつも、行政等の公的機関がそれを支える構造(ボトムアップとトップダウンの有機的な組み合わせ)、保健分野を越えた環境整備については、取り入れるべきと考える。

今後、地域の持っている潜在的な力を発見するとともに、それを生かして取り組むことが持続可能性のある取り組みにつながる。そのためには、地域の住民や関係団体のキーパーソンと十分な話し合いをして、地域の課題の共有と解決策の検討を協働しながら進めることが出発点である。

文献

- 1) ジェフリー ローズ: 予防医学のストラテジー 生活習慣病対策と健康増進。曾田研二、田中平三(監訳)、水嶋春朔、中山健夫、土田賢一、他(訳)、医学書院、1998。
- 2) Frohlich KL, Potvin L: Transcending the known in public health practice: the inequality paradox: the population approach and vulnerable populations. *Am J Public Health* 2008; 98: 216-221.
- 3) Department of Health: Healthy Lives Healthy people - Our Strategy for Public Health in England. 2010.
- 4) House of Lords Science and Technology Select Committee: Behaviour Change. London, The Authority of the House of Lords, 2011.
- 5) リチャード・セイラー、キャス・サンスティーン: 実践行動経済学 — 健康、富、幸福への聡明な選択。遠藤真美(訳)、日経BP社、2009。
- 6) Puska P, Vartiainen E, Laatikainen T, et al: The North Karelia Project: From North Karelia to National Action. Helsinki, National Institute for Health and Welfare, 2009.
- 7) Puska P: The North Karelian Project: 30 years successfully preventing chronic diseases. *Diabetes Voice* 2008; 53: 26-29.
- 8) Puska P, Tuomilehto J, Nissinen A, et al: The North Karelia Project. 20 year results and experiences. Helsinki, National Public Health Institute, 1995.
- 9) Oppenheimer GM, Blackburn H, Puska P: From Framingham to North Karelia to U.S. community-based prevention programs: negotiating research agenda for coronary heart disease in the second half of the 20th century. *Public Health Rev* 2011; 33: 450-483.
- 10) Merzel C, D'Afflitti J: Reconsidering community-based health promotion: promise, performance, and potential. *Am J Public Health* 2003; 93: 557-574.

特集

RESEARCH ARTICLE

‘Only Fathers Smoking’ Contributes the Most to Socioeconomic Inequalities: Changes in Socioeconomic Inequalities in Infants’ Exposure to Second Hand Smoke over Time in Japan

Junko Saito¹, Takahiro Tabuchi², Akira Shibamura¹, Junko Yasuoka¹, Masakazu Nakamura³, Masamine Jimba^{1*}

1 Department of Community and Global Health, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-0033, Japan, **2** Center for Cancer Control and Statistics, Osaka Medical Center for Cancer and Cardiovascular Diseases, 3-3 Nakamichi 1-chome, Higashinari-ku, Osaka, 537-8511, Japan, **3** Health Promotion Research Center, Institute of Community Medicine, Japan Association for Development of Community Medicine, Todofuken Kaikan Bldg, 15th Floor, 2-6-3 Hirakawa-cho, Chiyoda-ku, Tokyo, 102-0093, Japan

* mjimba@m.u-tokyo.ac.jp



CrossMark
click for updates

OPEN ACCESS

Citation: Saito J, Tabuchi T, Shibamura A, Yasuoka J, Nakamura M, Jimba M (2015) ‘Only Fathers Smoking’ Contributes the Most to Socioeconomic Inequalities: Changes in Socioeconomic Inequalities in Infants’ Exposure to Second Hand Smoke over Time in Japan. PLoS ONE 10(10): e0139512. doi:10.1371/journal.pone.0139512

Editor: Jacobus van Wouwe, TNO, NETHERLANDS

Received: May 16, 2015

Accepted: September 12, 2015

Published: October 2, 2015

Copyright: © 2015 Saito et al. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: The Ministry of Health, Labour and Welfare, Japan, does not make all the raw data publicly available because the dataset contains identifying information. Data are available upon request under the 33th article of the Japanese Statistical Law, at Examination Analysis Office, Planning Division, the Statistics and Information Department, Minister’s Secretariat, the Ministry of Health, Labour and Welfare, Japan (https://www-secure.mhlw.go.jp/cgi-bin/getmail/toukeihou3436_input.cgi).

Abstract

Background

Exposure to second hand smoke (SHS) is one of the major causes of premature death and disease among children. While socioeconomic inequalities exist for adult smoking, such evidence is limited for SHS exposure in children. Thus, this study examined changes over time in socioeconomic inequalities in infants’ SHS exposure in Japan.

Methods

This is a repeated cross-sectional study of 41,833 infants born in 2001 and 32,120 infants born in 2010 in Japan from nationally representative surveys using questionnaires. The prevalence of infants’ SHS exposure was determined and related to household income and parental education level. The magnitudes of income and educational inequalities in infants’ SHS exposure were estimated in 2001 and 2010 using both absolute and relative inequality indices.

Results

The prevalence of SHS exposure in infants declined from 2001 to 2010. The relative index of inequality increased from 0.85 (95% confidence interval [CI], 0.80 to 0.89) to 1.47 (95% CI, 1.37 to 1.56) based on income and from 1.22 (95% CI, 1.17 to 1.26) to 2.09 (95% CI, 2.00 to 2.17) based on education. In contrast, the slope index of inequality decreased from 30.9 (95% CI, 29.3 to 32.6) to 20.1 (95% CI, 18.7 to 21.5) based on income and from 44.6

Funding: This study was funded by the Ministry of Health, Labour and Welfare (Grant; Comprehensive Research on Life-Style Related Diseases including Cardiovascular Diseases and Diabetes Mellitus (H25-010)) and the Department of Community and Global Health, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo. The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Competing Interests: The authors have read the journal's policy and have the following competing interests: Dr. Nakamura received a Medical Education grant from Pfizer Japan Inc., for the smoking cessation training program development and dissemination project (J-STOP) as a member of Japan Medical-Dental Association for Tobacco Control. All other authors have declared that no competing interests exist.

(95% CI, 43.1 to 46.2) to 28.7 (95% CI, 27.3 to 30.0) based on education. Having only a father who smoked indoors was a major contributor to absolute income inequality in infants' SHS exposure in 2010, which increased in importance from 45.1% in 2001 to 67.0% in 2010.

Conclusions

The socioeconomic inequalities in infants' second hand smoke exposure increased in relative terms but decreased in absolute terms from 2001 to 2010. Further efforts are needed to encourage parents to quit smoking and protect infants from second hand smoke exposure, especially in low socioeconomic households that include non-smoking mothers.

Introduction

Exposure to second hand smoke (SHS) is one of the major causes of premature death and disease among children[1]. The majority of SHS exposure in children occurs in homes or cars because their parents smoke, and 40% of children worldwide are regularly exposed to SHS indoors[2]. Although an ideal solution to protect children from exposure to SHS is parents' cessation of smoking, this is often not achievable[3,4]. 'Home smoking bans' might be an alternative and realistic strategy to reduce SHS exposure among children[5], although this is not a perfect solution[6].

The level of SHS exposure in children differs based on the parents' socioeconomic status (SES), with children in lower SES groups more likely to be exposed to SHS in their homes or cars than children in higher SES households[7,8]. Although social inequalities in the prevalence of adult smoking are widening in some European countries[9], there are limited studies focusing on the changes in SHS exposure inequalities in children over time. The available studies have shown mixed results. While the overall prevalence of SHS exposure in children decreased, socioeconomic inequalities in children's SHS exposure increased in the USA[10], and remained the same in Australia and Denmark[11,12]. However, children younger than two years old have rarely been studied independent of their older children despite they are more susceptible to the risks associated with SHS exposure[13]. Moreover, although mothers are more likely to be motivated to protect children from SHS exposure than fathers[3], it is not known how the combination of parental indoor smoking (i.e., only father smokes indoors, only mother smokes indoors, and both parents smoke indoors) contributes to these inequalities over time. Examining which combinations of parental indoor smoking drive inequalities the most would help to prioritize tobacco control policies or interventions to reduce children's SHS exposure.

Japan has significantly lagged behind in legislative tobacco control measures, despite having signed the World Health Organization's (WHO) Framework Convention on Tobacco Control in 2004[14,15]. No national law prohibits smoking in public places in Japan. Although two prefectures adopted an ordinance to restrict smoking in indoor public places in 2009 and 2010 [16,17], it is not mandated that all public places provide smoke-free environments[17]. Additionally, the tax rate of cigarettes in Japan rose from 61% to 65% of the retail price during 1998 to 2010[18]; however, it has not yet reached the criteria set by the WHO (at least 70%)[19].

Many children are still exposed to SHS in Japan. While the prevalence of adult smoking decreased from 45.9% in men and 9.9% in women in 2001 to 32.2% in men and 8.4% in women in 2010[20,21], approximately 40% of infants live with a smoking father and 14% live with a father who smokes indoors[22]. Moreover, socioeconomic inequality in SHS exposure

among children is inferred in Japan, although the evidence is limited. A study using nationally representative data in Japan demonstrated a significant relationship between parental smoking and household income[23]. Children in the lowest income households are more likely to suffer from asthma compared with those in the highest income households[24], and parental indoor smoking increases and exacerbates children's asthma[25]. Given these findings, we hypothesise that SHS exposure is higher among children in low-SES households in Japan. However, the change over time regarding the effect of SES on SHS exposure in children has not been studied in Japan.

Thus, we examined the magnitude of inequalities and changes in the magnitude of inequalities in SHS exposure in infants from 2001 to 2010. We hypothesized that the inequalities in SHS exposure based on parental income and education in Japan have remained the same during a recent 10-year period.

Materials and Methods

Study sample

We used data from the Longitudinal Survey of Newborns in the 21st Century, which was a national survey conducted by the Ministry of Health, Labour, and Welfare, Japan. This large panel study has two cohorts (infants who were born in 2001 or 2010). Data were used with permission from the Ministry of Health, Labour, and Welfare, Japan. Baseline data of both cohorts were used in this study, for all infants born in Japan during January 10–17, 2001 or July 10–17, 2001 for the first cohort ($n = 53,575$) and May 10–24, 2010 for the second cohort ($n = 43,767$), based on the birth registry. The respondents who returned the questionnaire to the Ministry were considered to have agreed to participate in the study. A detailed description of the cohort survey is available elsewhere[26].

The response rate for the first self-administered questionnaire, which was mailed to all households when the infants were 6 months old, was 87.8% ($n = 47,015/53,575$) for the first cohort and 88.1% ($n = 38,554/43,767$) for the second cohort. The response rate for the second questionnaire, which was mailed to participants of the first survey when their children reached 18 months old, was 82.0% ($n = 43,925/53,575$) for the first cohort and 76.2% ($n = 33,356/43,767$) for the second cohort. We restricted study participants to infants whose parents lived together at baseline, which led to exclusion of 923 for the first cohort and 686 for the second cohort. In addition, infants lacking parental age (151 for the first cohort, 103 for the second cohort) and parental smoking status (1,021 for the first cohort, 454 for the second cohort) were excluded. In the final analyses, 41,833 (78.1% of the initial cohort) and 32,120 (73.4% of the initial cohort) respondents for the first and second cohorts, respectively, were included. This study was approved by the Research Ethics Committee of the Graduate School of Medicine at The University of Tokyo, Japan.

Second hand smoke exposure in infants

Parental indoor smoking behaviour was used as a measurement of SHS exposure in infants [11]. Although this is a proxy measurement, parental indoor smoking is significantly associated with biochemically measured SHS exposure among children[27]. The parents in the baseline survey were asked whether the father and/or mother smoked, and, if yes, they were asked whether they smoked indoors. Then, we combined the responses for the smoking behaviour of both parents to create parental smoking (at least one parent smoked vs. neither parent smoked) and parental indoor smoking (at least one parent smoked indoors vs. neither parent smoked indoors) variables.

Socioeconomic indicators

We used income and education as SES indicators. For income, equivalent household income was calculated by adjusting for the square root of the number of persons living in the household and categorized into quartiles for each survey. Because the education question was only included in the second survey (2002 for the first cohort and 2011 for the second cohort), those data were used for education level (highest completed level) and categorized into four groups: less than high school graduate, high school graduate, some college, or university graduate or higher. Then, we combined the parental education level of the mother and father as follows: both are high school graduates or less, one is a college graduate and the other is a college graduate or less, only one is a university graduate, or both are university graduates or higher.

Statistical analyses

We calculated the prevalence of SHS exposure in infants based on SES by survey year. The prevalence in 2010 was adjusted by the average parental age in 5-year age groups using a direct method and the parental age distribution in 2001 as the base. Then, we used two methods to examine the change in inequality from 2001 to 2010. First, we compared the inequality indices between the two periods, using both absolute and relative indices, which is strongly recommended in health equality research to avoid biased judgments by readers[28]. For absolute measures, the rate difference and slope index of inequality (SII) with 95% confidence intervals (CIs) were estimated. The rate difference measures the absolute difference in indoor smoking prevalence between the lowest and highest SES groups. For relative measures, the odds ratio (OR) and relative index of inequality (RII) with 95% CIs were estimated. The OR is the ratio of the odds of indoor smoking in the lowest compared with the highest SES group and was estimated using logistic regression models, controlled for infant's sex, father's and mother's ages, and the SES variables (either income or education). To avoid overadjustment (i.e., control of an intermediate variable on a causal path from exposure to outcome[29]), we did not adjust for variables that would possibly mediate the relationship between SES and SHS exposure in infants (e.g., the number of cigarettes parents smoke per day and the spouse's smoking status). We chose SII and RII as inequality indices because the sample sizes of the four parental education groups were quite different across groups in both years. The SII and RII were estimated as regression-based measures of SHS that took into account the distributions of the sample in each SES group and the entire distribution of the SES groups over time[30]. The SII can be interpreted as the estimated absolute difference in the prevalence of SHS between infants with the highest and lowest SES. The RII is derived by dividing the SII by the mean prevalence of SHS exposure and can be interpreted as the estimated proportionate difference, rather than the absolute difference[30,31].

Second, we determined the change in the prevalence over time for each SES group separately using the pooled data in 2001 and 2010. For each SES group, the rate difference and percentage change were calculated. Further, the coefficient of interaction terms between SES (income or education) and year of survey using logit regression models were estimated, controlled for infant's sex, father's and mother's ages, and SES variables. Then, we compared the coefficient of interaction terms (with 95% CIs) across SES groups to examine whether changes in inequality were different by SES.

Further, we calculated the prevalence and the magnitude of inequalities (SII and RII) based on income level by parental indoor smoking behaviour (only father smokes indoors, only mother smokes indoors, and both parents smoke indoors). Then, we calculated the proportion to the total SII represented by each parental indoor smoking behaviour to examine the contribution for the total income inequality[32]. We did not calculate an educational SII by parental

indoor smoking behaviour because the categorization of education level between father/mother indoor smoking and parental indoor smoking was not the same.

As a sub-analysis, we examined the changes in inequalities in parental smoking over time to examine whether they were comparable to the changes in SHS exposure in infants. We also examined the changes in inequalities in parental smoking over time for each parental smoking behaviour and compared the changes with those in SHS exposure in infants. Most of the analyses were conducted using STATA 13 (StataCorp LP; College Station, TX, US); the SII and RII calculations were conducted using HD* calc (version 1.2.4; National Cancer Institute, US)[33].

Results

Table 1 shows the characteristics of the study population by survey year and distribution of infants living with smoking parents and exposed to SHS in 2001 and 2010. The average parental age was 31.1 years old (standard deviation [SD], 4.55; range, 17.5–54.0) in 2001 and 32.6 years old (SD, 4.69; range, 20.0–59.5) in 2010 (data not shown). The percentage of infants exposed to SHS declined from 36.8% in 2001 to 14.4% in 2010.

Table 2 shows the prevalence of SHS exposure and the magnitude of income and educational inequalities in SHS exposure in infants in 2001 and 2010. The prevalence of SHS exposure in infants in the lowest and highest income groups was 47.9% and 24.7% in 2001 and 22.6% and 7.0% in 2010, respectively. Income and educational inequalities in SHS exposure in infants existed; for example, in 2010, the rate difference and the SII in the prevalence of infants' SHS exposure based on income were 15.6 and 20.1, demonstrating greater prevalence in the lowest income group compared with the highest group; the OR indicated a 1.89 times higher odds of infants' SHS exposure in the lowest income group than in the highest income group; and the RII indicated that a move from the highest to the lowest income group was associated with a 147% increase in the prevalence of SHS exposure.

Regarding changes over time, the prevalence of SHS exposure decreased in all SES groups from 2001 to 2010. The absolute measures of inequality (rate difference and SII) indicated that the magnitude of income and educational inequalities in SHS exposure among infants decreased from 2001 to 2010, while the relative measures of inequality (OR and RII) increased. For instance, from 2001 to 2010, the SII for income decreased from 30.9 to 20.1, while the RII for income increased from 0.85 to 1.47. In the comparison of the SES groups, the lowest SES group showed the largest absolute decrease (-25.3 percentage points) in prevalence of SHS exposure, while the relative decrease was the smallest (-52.8 percentage change), supporting the results that income and educational inequalities increased in relative terms but decreased in absolute terms over time. The interaction analysis resulted in statistically significant coefficient of interaction terms in each SES group and negatively larger terms with increasing SES group (both income and parental education). The sub-analysis of inequality changes showed a much smaller relative decrease (percentage change) in parental smoking (S1 Table) than in infant's SHS exposure (Table 2) in each SES level. This suggests that the reduction of infants' SHS exposure was related to the reduction of parental indoor smoking among smoking parents in addition to the reduction of parental smoking overall.

Regarding SHS exposure from the three parental indoor smoking behaviours, 'only father smoking indoors' was a major source of SHS exposure in infants (69.8% in 2001 and 78.7% in 2010) (Table 3). Table 4 shows the prevalence of SHS exposure in infants by parental smoking behaviours according to the income level. Although the overall prevalence of SHS exposure by 'only father smoking indoors' decreased by 57.0%, the absolute inequality did not decrease (SII changed from 13.95 in 2001 to 13.45 in 2010) because of the much smaller decrease in the lowest income group (-43.5 percentage change). Fig 1 shows the contributions of absolute income

Table 1. Characteristics of the study population from the Longitudinal Survey of Newborns in the 21st Century in Japan, by survey year.

	2001		2010	
	n = 41,833	%	n = 32,120	%
Equivalent household income				
Quartile 1 (highest)	9,827	23.5	7,565	23.6
Quartile 2	10,236	24.5	7,541	23.5
Quartile 3	9,503	22.7	7,837	24.4
Quartile 4	9,713	23.2	7,131	22.2
Missing	2,554	6.1	2,046	6.4
Parental education level				
Both are university graduates or higher	4,572	11.0	6,460	20.1
Only one is a university graduate	11,832	28.3	9,720	30.3
One is a college graduate and the other is a college graduate or less	12,555	30.0	9,570	29.8
Both are high school graduates or less	12,473	29.8	6,111	19.0
Missing	401	1.0	259	0.8
Infant sex				
Boy	21,754	52.0	16,548	51.5
Girl	20,079	48.0	15,572	48.5
Father's age (years)				
≤24	2,715	6.5	1,284	4.0
25–29	11,159	26.7	6,310	19.7
30–34	15,413	36.8	11,204	34.9
35–39	8,675	20.7	9,101	28.3
≥40	3,871	9.3	4,221	13.1
Mother's age (years)				
≤24	4,242	10.1	2,053	6.4
25–29	15,210	36.4	8,304	25.9
30–34	16,170	38.7	12,489	38.9
35–39	5,459	13.1	7,803	24.3
≥40	752	1.8	1,471	4.6
Living with smoking parent(s)^a				
Yes	26,453	63.2	13,406	41.7
No	15,380	36.8	18,714	58.3
Exposed to second hand smoke^{a,b}				
Yes	15,403	36.8	4,619	14.4
No	26,430	63.2	27,501	85.6

^a The number and prevalence in 2010 were weighted for the average parental age in 5-year age groups using a direct method and the age distribution in 2001 as the base.

^b Exposure to second hand smoke was measured by self-reported parental indoor smoking behaviour.

doi:10.1371/journal.pone.0139512.t001

inequality (SII) in SHS exposure in infants to the total income SII by parental indoor smoking behaviour. The proportion represented by 'only father smoking indoors' increased (from 45.1% [13.95/30.94] in 2001 to 67.0% [13.45/20.08] in 2010) and became a major contributor in 2010, while the proportion represented by 'both parents smoking indoors' decreased over time (from 51.7% [15.99/30.94] in 2001 to 30.0% [6.02/20.08] in 2010).

By comparing the relative reduction between smoking and indoor smoking by parental smoking behaviours in the sub-analysis (S2 Table, Table 4, Fig 2), we found a much larger difference for 'only father smoking' (percentage change, -25.0% for only father smoking vs.

Table 2. Prevalence of second hand smoke (SHS) exposure in infants and magnitude of inequalities in SHS exposure in infants according to income and educational level by survey year.

	Prevalence of SHS exposure in infants (%)		Rate difference (%point) (2010–2001)	% change ((2010–2001)/2001)	Coefficient (95% CI) ^c (Income × year)
	2001	2010 ^b			
Equivalent household income					
Quartile 1 (highest) (ref)	24.7	7.0	-17.7	-71.7	-1.32 (-1.42 to -1.22)
Quartile 2	33.1	10.7	-22.4	-67.7	-1.30 (-1.39 to -1.21)
Quartile 3	41.0	14.9	-26.1	-63.7	-1.29 (-1.37 to -1.21)
Quartile 4 (lowest)	47.9	22.6	-25.3	-52.8	-1.11 (-1.18 to -1.04)
Rate difference (lowest—highest) (% point)	23.2	15.6			
SII (95% CI)	30.9 (29.3 to 32.6)	20.1 (18.7 to 21.5)			
Odds ratio ^a (95% CI)	1.69 (1.58 to 1.81)	1.89 (1.68 to 2.12)			
RII (95% CI)	0.85 (0.80 to 0.89)	1.47 (1.37 to 1.56)			
Parental education level					
Both are university graduates or higher (highest) (ref)	14.8	4.0	-10.8	-73.0	-1.46 (-1.61 to -1.31)
Only one is a university graduate	26.2	8.9	-17.3	-66.0	-1.36 (-1.44 to -1.27)
One is a college graduate and the other is a college graduate or less	40.0	16.0	-24.0	-60.0	-1.27 (-1.34 to -1.20)
Both are high school graduates or less (lowest)	51.5	28.1	-23.4	-45.4	-1.06 (-1.13 to -0.99)
Rate difference (lowest—highest) (% point)	36.7	24.1			
SII (95% CI)	44.6 (43.1 to 46.2)	28.7 (27.3 to 30.0)			
Odds ratio ^a (95% CI)	4.65 (4.23 to 5.10)	6.58 (5.67 to 7.64)			
RII (95% CI)	1.22 (1.17 to 1.26)	2.09 (2.00 to 2.17)			

CI, confidence interval; SII, slope index of inequality; RII, relative index of inequality

^a Adjusted by father's age, mother's age, infant sex, and socioeconomic status indicators (either income or education)

^b The prevalence in 2010 was weighted for the average parental age in 5-year age groups using a direct method and the age distribution in 2001 as the base.

^c Adjusted by father's age, mother's age, infant sex, and socioeconomic status indicators (both income and education)

doi:10.1371/journal.pone.0139512.t002

Table 3. Proportion of each parent's indoor smoking behaviour to the total SHS exposure in infants by survey year.

	2001 (n = 15,403)		2010 ^a (n = 4,619)	
	Number	Proportion	Number	Proportion
Both parents smoking indoors	4,217	27.4	855	18.5
Only father smoking indoors	10,752	69.8	3,635	78.7
Only mother smoking indoors	434	2.8	129	2.8

^a The number and proportion in 2010 was weighted for the average parental age in 5-year age groups using a direct method and the age distribution in 2001 as the base.

doi:10.1371/journal.pone.0139512.t003

Table 4. Prevalence and magnitude of inequalities in SHS exposure in infants according to the income level by parental smoking behaviour by survey year.

Equivalent household income	2001	2010 ^a	Rate difference (%point) (2010–2001)	% change ([2010–2001]/2001)
Overall	9.9	2.6	-7.3	-73.4
Quartile 1 (highest) (ref)	4.5	0.6	-3.9	-86.9
Quartile 2	7.6	1.5	-6.1	-79.7
Quartile 3	11.0	2.9	-8.0	-73.3
Quartile 4 (lowest)	16.8	5.2	-11.5	-68.9
SII (95% CI)	15.99 (14.92 to 17.05)	6.02 (5.37 to 6.66)		
RII (95% CI)	1.61 (1.51 to 1.71)	2.37 (2.17 to 2.57)		
Prevalence of SHS exposure in infants by only father smoking indoors (%)				
Overall	25.6	11.0	-14.6	-57.0
Quartile 1 (highest) (ref)	19.5	6.3	-13.3	-68.0
Quartile 2	24.4	8.9	-15.6	-63.7
Quartile 3	29.1	11.6	-17.5	-60.2
Quartile 4 (lowest)	29.6	16.7	-12.9	-43.5
SII (95% CI)	13.95 (12.43 to 15.47)	13.45 (12.19 to 14.70)		
RII (95% CI)	0.54 (0.49 to 0.60)	1.25 (1.14 to 1.36)		
Prevalence of SHS exposure in infants by only mother smoking indoors (%)				
Overall	1.0	0.4	-0.6	-62.9
Quartile 1 (highest) (ref)	0.6	0.2	-0.5	-73.7
Quartile 2	1.0	0.3	-0.7	-69.7
Quartile 3	1.0	0.4	-0.6	-62.3
Quartile 4 (lowest)	1.5	0.7	-0.8	-55.3
SII (95% CI)	1.00 (0.64 to 1.36)	0.61 (0.35 to 0.86)		
RII (95% CI)	0.98 (0.64 to 1.32)	1.64 (1.02 to 2.26)		

CI, confidence interval; SII, slope index of inequality; RII, relative index of inequality

^a The prevalence in 2010 was weighted for the average parental age in 5-year age groups using a direct method and the age distribution in 2001 as the base.

doi:10.1371/journal.pone.0139512.t004

-57.0% for only father smoking indoors) than for 'both parents smoking' (percentage change, -64.9% for both parents smoking vs. -73.4% for both parents smoking indoors). This suggests that the prevalence of 'only father smoking indoors' decreased because not only did the only father smokers decrease, but the indoor smoking among only father smokers also decreased. In contrast, the prevalence of both parents smoking indoors decreased mainly because both parental smokers decreased. Furthermore, the reduction in 'both parental smoking' originated mainly from the reduction of the mother smoking, as the relative decrease was as large as both parents smoking (percentage change, -64.9% for both parents smoking and -63.3% for mother smoking) (S2 Table, S3 Table).

Discussion

In this repeated nationwide population-based survey, we found marked social inequalities in infants' exposure to SHS in both survey years, with the most exposure occurring for infants in

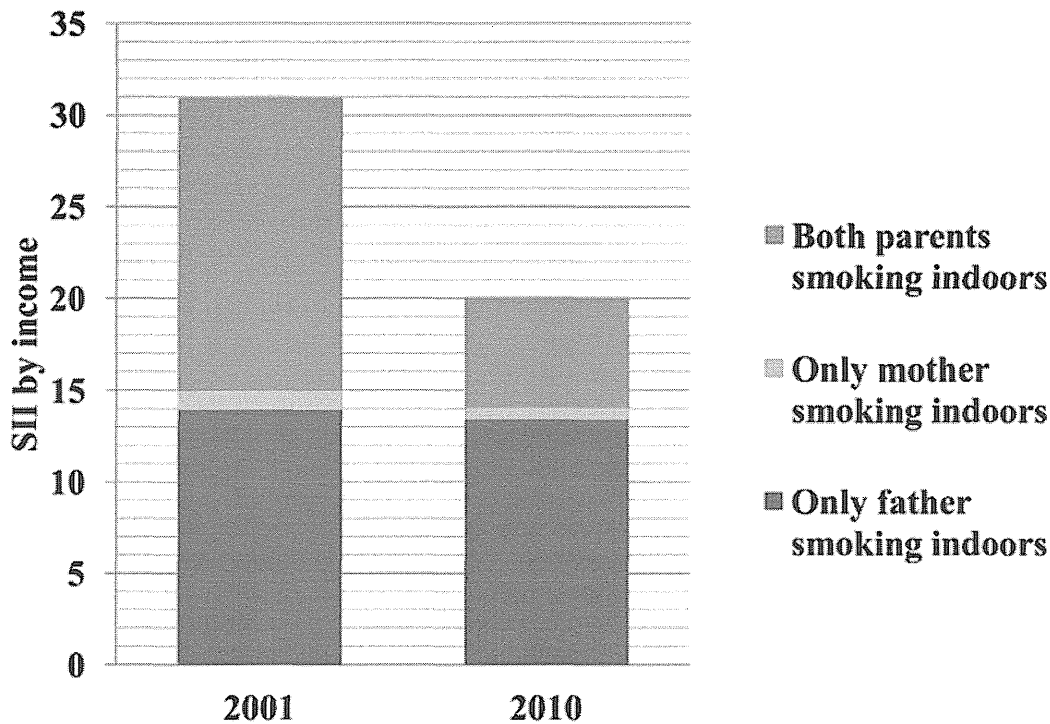


Fig 1. Contributions of parental indoor smoking behaviour to absolute income inequality in SHS exposure in infants. The total bar represents the total absolute income inequality (SII) in each survey year, and each component represents the SII of each parental indoor smoking behaviour.

doi:10.1371/journal.pone.0139512.g001

the lowest SES group. From 2001 to 2010, relative inequalities in SHS exposure increased but absolute inequalities in SHS exposure decreased in infants. Furthermore, only father smoking indoors caused 78.7% of infants to be exposed to SHS and it was a major contributor to absolute income inequality in SHS exposure in infants in 2010.

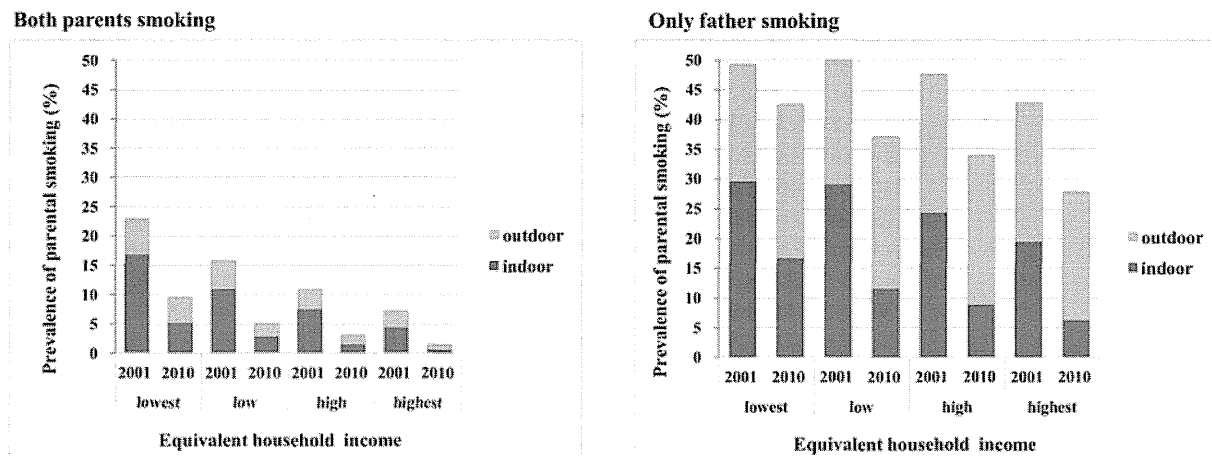


Fig 2. Prevalence of parental smoking and indoor smoking according to the income level by both parents smoking and only father smoking. The prevalence is presented in Table 4. The total bar represents the parental smoking in each survey year, and each coloured bar, dark gray and light gray, represents the parental indoor smoking (SHS exposure in infants) and outdoor smoking, respectively.

doi:10.1371/journal.pone.0139512.g002

The changes in inequalities in infants' SHS exposure over time we found in this study are consistent with reports from the USA and England: the SHS exposure inequality there also decreased in absolute but not in relative terms[10,34]. In the USA 7.6% of children are exposed at home (in 2007)[8], in England 12.7% (in 2012)[35], while it is still 14.4% in Japan (in 2010).

The unique finding of this study is that 'only father smoking indoors' increased the contribution to the total absolute inequality in infants' SHS exposure based on income, and it represented the highest contributor in 2010 (Fig 1). The absolute income inequality did not decrease from 2001 to 2010 because the relative reductions for both 'only father smoking' and 'only father smoking indoors' were the smallest in the lowest income group (S2 Table, Table 4, Fig 2). This might be explained by the low self-efficacy of non-smoking mothers living with a smoking husband in the lowest income group. Low-SES women are less likely to have self-efficacy to avoid SHS exposure than high SES women[36]. Although a mother's self-efficacy in asking others to smoke outdoors is strongly associated with actual preventive behaviour for their children, non-smoking mothers have a lower self-efficacy than smoking mothers [37].

In contrast, SHS exposure from both parents smoking indoors considerably decrease the absolute income inequality, mainly due to the large reduction in the mother's smoking. The prevalence of smoking in mothers decreased substantially across all SES levels from 2001 to 2010, compared with that in fathers (percentage change, -34.3% for fathers and -63.3% for mothers) (S3 Table), whereas the prevalence of smoking among men in the general population decreased more than among women during the same periods[20,21]. This is because the prevalence of smoking in women substantially decrease when they become pregnant, although the postpartum relapse rates remain high (approximately 43% at 18 months after childbirth in Japan)[38].

Compared with income, educational inequalities in infants' SHS exposure appeared to be greater in a similar manner using quartile distribution in both years. In the case of inequalities in parental indoor smoking, nicotine dependence might be a key factor that makes education a stronger predictor of SHS exposure than income. School performance is an indicator of early smoking initiation, which leads to nicotine dependence in later life[39,40]. Thus, compared with income, education level might predict parental nicotine dependence more accurately, and this dependence is one of the main barriers for smoking parents to stop smoking indoors [41,42].

This study showed increases in relative inequalities in infants' SHS exposure over time, which suggests a need to encourage parents to quit smoking and protect infants from SHS exposure, especially among fathers living with mothers who do not smoke in low-income groups. To reduce father's (indoor) smoking, targeting non-smoking mothers would be effective for intervention. Compared with fathers, mothers tend to be motivated to protect children from SHS exposure and have many contacts with health professionals[3]. In Japan, local municipalities have implemented "the home visiting program for all households with infants" across the country since 2009. A midwife, nurse, or trained community resident visits homes with infants <4 months old to provide advice regarding child-rearing as well as counselling, and they could provide follow-up services if necessary[43,44]. If tobacco-related issues can be incorporated in this program, it could provide sustainable and individually tailored support to increase self-efficacy in reducing infants' SHS exposure for low-SES mothers who do not smoke but live with smoking fathers. The program can also encourage smoking fathers and mothers to receive smoking cessation treatments, including nicotine replacement therapy, which have been covered by health insurance in Japan since 2006.

Our study can contribute to strengthen the evidence regarding the inequalities in SHS exposure in infants, particularly regarding the importance of only father smoking in Japan. Nevertheless, the study has certain limitations. First, the exposure to SHS might have been