



より良いきこえでより良い人生を： 補聴器の転倒検出機能の精度について

Justin Burwinkel, Au.D., and Buye Xu, Ph.D.

転倒事故は高齢者にとっての重大な健康上のリスクです。結果的に自立して生活することが困難になるなど、その後の人生に大きな影響を与えることも少なくありません。報告によると、自宅で暮らす65歳以上の人の40%が少なくとも1年に1回、転倒しています¹。転倒の危険性はまた、聴覚に関して診療を必要とする人の間では同年代の健常者よりも高いことが示されています²。実際、ジョンズ・ホプキンス大学の調査機関でフランク・リン博士が行った研究では、難聴が10デシベル(dB)増える毎に転倒の発生率が1.4倍になると報告されています³。

Livio AIヘルサブル補聴器 - 世界初の耳に装着する転倒検出通知システム - は小型で簡単に使えるシステムでありながら、大きな安心感を提供します。他の首に掛けるタイプや手首に巻くタイプの転倒検出デバイスと異なり、Livio AIは人体の解剖学的・生理学的特性を巧みに利用しています。典型的な日常の活動や転倒の際、首の筋肉は内耳のバランスシステムと連動して頭を保護し安定させます。補聴器は頭部に装着されているため、体の他の部分に装着されている装置よりも、日常的な動作を転倒と間違えることが少ないのです⁴。頭部装着型の転倒検出装置は、誤警報の率を低く抑えながら、確実に転倒を捕捉するように調整することができます。

Livio AIの精度を客観的に評価するために、実験室での研究が行われました。参加者はLivio AI補聴器を両耳に装着し、同時にペンダント式の転倒検出装置であるPhilips Lifeline AutoAlertを装着して、

模擬転倒と日常動作を行いました。Philips Lifeline AutoAlertは、米国食品医薬品局(FDA)によって、連続使用する個人用緊急対応システム*として、クラスII(免除)医療機器に分類されています。結果は以下の通りです。

実験方法：

10人の若い参加者がそれぞれ8種類の転倒動作と、8種類の転倒しかけ(よろけ)の動作を行いました。参加者はまた、8種類の日常生活動作(ADL)を行いました。各参加者が実施した条件は表1に要約されています。各条件について3回の試行が行われました。各試行について、Livio AI補聴器および転倒検出ペンダントの転倒検出の状態を記録しました。分析は、240回の転倒、240回の転倒しかけ(よろけ)の動作、および240回のADLに対して行われました。

データはサイモン・フレイザー大学のInjury Prevention and Mobility Laboratory(怪我防止・機動性研究所)で収集されました。参加者全員が書面によるインフォームドコンセントを提出し、試験プロトコルはサイモン・フレイザー大学の研究倫理委員会によって承認されました。

表 1. 実験の各参加者が行った転倒、転倒しかけ(よろけ)、日常動作(ADL)の内訳

転 倒	1	動いているプラットフォーム上で前方にスリップ
	2	動いているプラットフォーム上で後方にスリップ
	3	足首を何かに引っ掛けて転ぶ
	4	踏み外しによる誤った体重移動
	5	座位から立ち上がる時の誤った体重移動
	6	立位から座る時の誤った体重移動
	7	綿入りの物体でたたかれて転ぶ
	8	気絶して脚が崩れる
転倒しかけ(よろけ)	1-8	転倒条件と同じだが地面に着く前にバランスを取り戻す
日常動作 (ADL)	1	通常の歩行
	2	静かに立っている
	3	立位から椅子に座る
	4	立位から床に横たわる
	5	座位から立ち上がる
	6	床から物を拾う
	7	階段を昇る
	8	階段を降りる

結果：

Livio AI 補聴器は、Philips Lifeline AutoAlert 転倒検出ペンダントよりも転倒検出においてより正確でした。両システムとも、日常動作中の誤検出に対しては高い特異度を示しました。すべての参加者の試行から算出した感度と特異度の概要を表 2 に示します。各タイプの転倒の感度の内訳を表 3 に示します。

表 2. Starkey Livio AI 補聴器と Philips Lifeline AutoAlert ペンダントの、参加者全員の試行における感度と特異度
転倒、転倒しかけ(よろけ)、ADL のそれぞれについて、合計 240 の試行が行われました。

	Philips Lifeline AutoAlert	Starkey® Livio AI
真の転倒の検出率(感度)	198 (82.5%)	221 (92.1%)
転倒しかけ(よろけ)動作での擬陽性(特異度)	1 (99.6%)	6 (97.5%)
日常動作での擬陽性(特異度)	0 (100%)	0 (100%)

表 3. 各転倒タイプの試験中の Starkey Livio AI 補聴器および Philips Lifeline AutoAlert ペンダントの感度
各転倒タイプについて合計 30 の試験が行われました。

転倒のタイプ	Philips Lifeline AutoAlert 感度 (%)	Starkey Livio AI 感度 (%)
後ろ向きにスリップ	93.3	96.7
前向きにスリップ	53.3	90.0
つまずき	66.7	100
踏み外しによる誤った体重移動	73.3	93.3
座位から立ち上がる時の誤った体重移動	93.3	93.3
立位から座る時の誤った体重移動	96.7	90.0
たたかれて転ぶ	86.7	86.7
気絶して脚が崩れる	96.7	86.7
平均値	82.5	92.1
変動範囲	53.3 – 96.7	86.7 – 100

考察：

本研究では、Philips Lifeline AutoAlert ペンダントも Starkey Livio AI 補聴器も、日常動作においては完璧に機能しました。Starkey Livio AI 補聴器は転倒しかけ（よろけ）、すなわち参加者が転倒し始めたが床に着く前にバランスを回復した試験中に、わずかに高い偽陽性率を示しました。Starkey Livio AI 補聴器は、Philips Lifeline AutoAlert ペンダントよりも多くの転倒を検出することができ、総合的に Philips Lifeline AutoAlert ペンダントよりも正確な転倒検出デバイスでした。

結論：

Starkey の Livio AI* 補聴器は、従来の転倒検出装置と同等以上の優れた転倒検出性能を示しました。

追記：

2021年、Evolv AI**シリーズ補聴器のリリースに伴い、転倒検出通知機能が更新されました。Evolv AI の全技術クラスで、この機能が利用できるようになったことに加え、米国ミネソタ州イーデンブレイリーのスターキー本社とイスラエルのテルアビブの先進開発センターで収集した転倒動作、転倒しかけ動作、日常動作（ADL）の数千件にも及ぶ実験的試行から得たセンサーのデータを使用して、補聴器の転倒検出パラメーターが改善されました。具体的には、さまざまな転倒の種類、ならびに誤報が報告されたことがある動作を分析し、転倒検知アルゴリズムのパラメーターの微調整に使用しました。また、誤判定を招くとされる日常動作を、被験者 30 人からデータを収集し、追加しました（階段の昇り降り、物にぶつかる、椅子やベッドに強く座る、車の乗り降り、ジャンプ、エクササイズ、補聴器の装着し直し、床に座るといった日常的な動作と、つまずきやスリップ等のさまざまな転倒しかけの動作）。転倒と非転倒を区別するためのパラメーターを微調整するために、つまずきや失神など転倒動作の情報も収集されました。転倒の誤検知を引き起こす可能性の高い動作に焦点を当てることで、Evolv AI の転倒検知パラメーターを改良し、実際の転倒の検知（すなわち真陽性）を 1.1% 増加させ、偽陽性を最大 1.7% 減少させました。この改良により、補聴器ユーザーが 1 日に行う活動数を考慮すると、誤検出が起こりやすい個人の場合は、時間の経過とともに転倒の誤通知が明らかに少なくなることでしょう。

考察：

1. Rubenstein, L. Z. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing* 35, ii37–ii41 (2006).
2. Criter, R. E. & Honaker, J. A. Audiology patient fall statistics and risk factors compared to non-audiology patients. *Int. J. Audiol.* 55, 564–570 (2016).
3. Lin, F. R. & Ferrucci, L. Hearing Loss and Falls Among Older Adults in the United States. *Arch. Intern. Med.* 172, 369 (2012).
4. Cola, G., Avvenuti, M., Piazza, P. & Vecchio, A. Fall Detection Using a Head-Worn Barometer. in *International Conference on Wireless Mobile*

Hear better. Live better.

StarkeyPro.com/Evolv-AI
@StarkeyHearing
facebook.com/starkeyhearing



Starkey logo, Hear better. Live better., Livio and Evolv are trademarks of Starkey Laboratories, Inc.
©2021 Starkey Laboratories, Inc. All Rights Reserved. 9/21 WTPR0034-00-JJ-JP JYPWT-034 2022 APR