

Baseline assessment and effect of a supplementary
community-based nutrition intervention study on the
prevention/treatment of anemia among young Adivasi
children in West Bengal, India

Cumulative Dissertation to obtain the doctoral degree of
Natural Sciences (Dr. rer. nat. / Ph.D.)

FACULTY OF NATURAL SCIENCES
University of Hohenheim

Institute of Nutritional Sciences

Submitted by

Caroline Katharina Stiller

From: Freiburg i. Breisgau, Germany

2020

Twin-PhD Project

The whole study purpose is elaborated in the scope of a twin-PhD project of Caroline Stiller (nutritionist) and Silvia Golembiewski (development-economist), working on the title: “*Cost-effectiveness analysis of community based nutrition programmes in Birbhum District, West Bengal, India: how to diversify diets in Santal communities cost-effectively to reduce the burden of child malnutrition and anaemia?*”. All research data are jointly collected in the field, entered, analyzed and interpreted by CK Stiller and SKE Golembiewski related to the underlying PhD projects, respectively.

List of Publications/Manuscripts included in the Cumulative Dissertation

Stiller CK, Golembiewski SKE, Golembiewski M, Mondal S, Biesalski HK, Scherbaum V.

Maternal nutritional status and infant feeding practices among Adivasi children: a retrospective study, Birbhum District, West Bengal, India. *International Breastfeeding Journal* **2020**, 15, 50, doi:10.1186/s13006-020-00262-3.

(Article I)

Stiller CK, Golembiewski SKE, Golembiewski M, Mondal S, Biesalski HK, Scherbaum V. Caroline K. Stiller and Silvia K.E. Golembiewski have contributed equally and are considered joint co-first author.

Prevalence of Undernutrition and Anemia among Santal Adivasi Children, Birbhum District, West Bengal, India. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **2020**, 17, 342, doi:10.3390/ijerph17010342.

(Article II)

Stiller CK, Golembiewski SKE, Stuetz W, Golembiewski M, Gomez Rincon D, Mondal S, Biesalski HK, Scherbaum V. Effect of diversified meals only, or either enriched with *Amaranthus tricolor* and *Moringa oleifera* leaf powder or commercial micronutrient powder on prevention/treatment of anemia in Adivasi children, West Bengal, India – a cluster-randomized controlled trial. Submitted to *BMC Nutrition* (submission ID: NUTN-D-20-00192), BioMedCentral on 21th July **2020**. Posted for preprint on the Research Square Preprint Platform (In-Review): <https://dx.doi.org/10.21203/rs.3.rs-26436/v1>

(Article III)

Summary

Background: India's Adivasi scheduled tribe population is disproportionately affected by anemia and undernutrition. Integrated Child Development Services schemes -launched in 1975, are aimed at alleviating the burden of child undernutrition, however with limited success. On the avenue to sustainably promote child health locally available resources have to be maxed out to optimize and diversify supplementary meals offered in the scope of feeding programs. Subsequently, designed recipes may find entrance and modify dietary routines on household level, through interactive home-based cooking trainings, community awareness and homestead food production.

Study design: From February 2015 onwards, the cluster-randomized controlled feeding trial was conducted in 21 tribal villages Birbhum District, West Bengal. The intervention lasted for 18 months and embraced four assessment points (t0, t6, t12, t18) including medical checkup, measurement of Hb concentrations (HemoCue Hb201+) as well as anthropometric indices. A semi-structured household (HH) survey was part of the baseline assessment.

The research comprises one control group (CG) and three intervention groups (diversified meals only (IG1), with the addition of locally producible *Amaranthus tricolor*/*Moringa oleifera* leaf powders (ALP/MLP) in the ratio 2:1 (IG2), or with an adjusted amount of commercially produced micronutrient powder (MNP) TopNutri (IG3)). Supplementary meals were provided three times a week during an on-the-spot community feeding program. 293 children (6-39 months) were valid for the pre-/post intervention effect analysis.

Objectives: To assess the overall burden of anemia and undernutrition and to investigate nutrition-sensitive and nutrition-specific factors determining the maternal and child nutritional status at baseline, moreover to identify independent drivers of anemia in Adivasi children (Article I and II). To design improved recipes and to evaluate their effect in a supplementary feeding intervention on the primary outcome variable hemoglobin (Hb), and the secondary outcome variables stunting (HAZ), underweight (WAZ), and wasting (WHZ) (Article III).

The first article (Chapter 4) provides data on the maternal nutritional status and child feeding practices, and describes socio-demographic characteristics, family planning methods, use of antenatal care services and birth, childcare, mother-child dyad analysis. Moderate/severe forms of anemia and underweight were prevalent in every second mother. Child feeding practices and child caring were found to be suboptimal. Infants (6 to 11 months) were particularly vulnerable with merely every fourth child fulfilling the minimum acceptable diet (2 to 3 meals per day and ≥ 4 food groups (FG) per day) and commonly being fed family foods (monotonous rice-based, spicy, difficult to chew) instead of specially prepared infant food. On HH level the serving of animal-sourced foods, legumes, vegetables and fruits has to be scaled up. Limited market/cash availability were named reasons why mothers refrained from increasing their vegetable and fruit consumption. Analysis of mother-child pairs showed interrelations between the maternal and child's anemia and nutritional status.

The second article (Chapter 5) assessed the prevalence of anemia and undernutrition among Santal Adivasi children, determined independent predictors of moderate/severe anemia, and depicted agricultural assets, livelihood, aspects of food security and hygiene, morbidity rates, health seeking behavior. The baseline assessment confirmed Adivasi children lagging behind national average concerning the prevalence of anemia and rates of undernutrition (except wasting). Age-related trends of undernutrition in this study were in accordance with the worldwide timing of growth faltering: HAZ and WAZ scores showed a continuous decrease by age (increasing prevalence), and WHZ scores had

its negative peak (highest prevalence) during the first year of child's life. Gender was not found to be significantly related to child anemia or undernutrition at baseline.

Binary Logistic regression assessed five independent predictors of moderate/severe anemia in children (Hb<10g/dl): child's age<24 months, low WAZ scores, any morbidity (fever, diarrhea, or respiratory infection), low maternal Hb concentrations, lack of dietary diversification (low count of FG consumed during the previous 24 hours). Children aged <24 months (time when growth velocity is reported as high) were most susceptible to anemia, attributable to increased morbidity rates and inappropriate child feeding practices.

The third article (Chapter 6) assessed the intervention effects of the three study meals on the prevention/treatment of anemia (and undernutrition) in Adivasi children, and determined independent predictors of the highest percentile of Hb responses. IG1 (diversified meals only) showed significant higher Hb concentrations as compared to CG during the intervention (adjusted for age and Hb concentrations at baseline, time between assessment points, and gender). The mean Hb of IG2 or IG3, remained comparable to CG. The pre-/post effect analysis on growth indices was less consistent, however most tendencies related to an improved nutrition status (HAZ, WAZ, WHZ) and morbidity reduction were attributable to IG3 (diversified meals enriched with MNP), indicating the beneficial role of a holistic nutrient composition to address undernutrition and infectious diseases.

The mean Hb response in the intervention groups was inversely related to the baseline anemia status, suggesting food-based approaches to be most effective for treating moderate forms of anemia.

Concluding remarks: Distressing rates of anemia and undernutrition were found among Adivasi mothers and children. To address identified drivers of anemia in Adivasi children and lower the burden of undernutrition multi-sectoral programmatic actions comprising the key pillars nutrition, agriculture and health care are recommended for timely intervention before the child reaches two years of age; accompanied by hygienic and sanitary activities. Mother-child dyad analysis stressed the importance of targeted interventions for both mother and child, in order to avert the intergenerational cycle of undernutrition and poverty. Moreover, interactive awareness trainings have to increase maternal nutrition knowledge to promote a timely introduction of diversified CF and specially prepared infant foods (quality- and quantity-wise) and aim for the adoption of responsive feeding strategies (early stimulation/assistance) in order to prevent the high burden of anemia as observed during the first two years of child's life. Mothers need to be trained in disease recognition and assisted to access formal health facilities before sickness in the child is turning serious.

Lack of dietary diversification was not only found as predictor for anemia at baseline, moreover the low-dose intervention trial confirmed diversified meals only (IG1) being a successful food-based approach in significantly increasing the Hb concentration as opposed to the CG, thus is suggested as useful preventive strategy to overcome nutrition-related anemia amongst Santal Adivasi children (aside iron therapy). The further enrichment with natural leaf powder (IG2) or an adjusted amount of commercial micronutrient powder (IG3) did not bring the expected added value on Hb response as opposed to diversified meals alone. Still, study findings suggest the adding of MNP (IG3) as being beneficial for decreasing the burden of undernutrition and infectious diseases.

Homestead food production (crop-diversification, kitchen gardens, animal husbandry) may be a sustainable local measure compensatory for distanced markets, with the potential of generating income altogether favoring an increased dietary diversity.

Zusammenfassung

Hintergrund: Indiens registrierte Adivasi Stämme sind unverhältnismäßig stark von Anämie und Unterernährung betroffen. Die ganzheitlichen Kindesentwicklungsprogramme der Regierung, welche im Jahr 1975 eingeführt wurden, sind darauf ausgerichtet die Kinderunterernährungsrate zu senken, leider mit bisher mäßigem Erfolg. Auf dem Weg Kindesgesundheit nachhaltig zu fördern müssen lokal verfügbare Ressourcen ausgeschöpft werden, um die Zusatzmahlzeiten, welche im Rahmen von Ernährungsprogrammen angeboten werden im Nährstoffgehalt zu optimieren und zu diversifizieren. Anschließend könnten entwickelte Rezepte auch Eingang auf Haushaltsebene finden, um dort Ernährungsgewohnheiten zu modifizieren, vermittelt und umgesetzt durch interaktive Kochschulungen im Haushalt, Gemeinschaftsschulungen, und Nahrungsmittelproduktion auf Haushaltsebene.

Studiendesign: Beginnend im Februar 2015, wurde die cluster-randomisierte kontrollierte Ernährungs-Studie in 21 Stammesdörfern im Birbhum Distrikt, West Bengal durchgeführt. Die Intervention dauerte 18 Monate und hatte vier Erhebungspunkte (t0, t6, t12, t18), einschließlich medizinischem Checkup, Messung der Hämoglobin (Hb) Konzentrationen (HemoCue Hb201+) als auch anthropometrischer Indices. Eine semi-strukturierte Haushalts-Umfrage war Teil der Ausgangserhebung.

Das Forschungsprojekt umfasst eine Kontrollgruppe (CG) und drei Interventionsgruppen (diversifizierte Mahlzeiten alleinig (IG1), mit dem Zusatz von lokal produzierbarem *Amaranthus tricolor*/*Moringa oleifera* Blattpulver (ALP/MLP) in dem Verhältnis 2:1 (IG2), oder mit einer angepassten Menge kommerziell produziertem Mikronährstoffpulver (MNP) TopNutri (IG3)). Die Zusatzmahlzeiten wurden drei Mal die Woche innerhalb eines Gemeinschafts-Ernährungsprogramms an Ort und Stelle angeboten. 293 Kinder (6-39 Monate) waren gültig für die prä-/post Interventions-Effekt-Analyse.

Ziele: Die Studie war bestrebt die Gesamtbürde an Anämie und Unterernährung zu erheben, sowie ernährungs-sensitive und -spezifische Faktoren, welche den mütterlichen und kindlichen Ernährungszustand bei der Ausgangserhebung mitbestimmen zu beschreiben, darüberhinaus unabhängige Prädiktoren für Anämie in Adivasi Kindern zu identifizieren (Artikel I and II). Des Weiteren wurden verbesserte Rezepte konzipiert, und deren Wirkung im Rahmen von Ernährungsprogrammen auf die primäre Zielvariable Hämoglobin (Hb), als auch auf sekundäre Variablen wie chronische Wachstumsverzögerung „stunting“ (HAZ), Untergewicht „underweight“ (WAZ), und akute Auszehrung „wasting“ (WHZ) untersucht (Artikel III).

Der erste Artikel (Kapitel 4) erfasste Daten zum mütterlichen Ernährungsstatus und kindlicher Ernährungspraktiken, und beschreibt sozio-demographische Charakteristika, Familienplanungsmethoden, Schwangerschaftsvorsorge und Geburt, sowie Charakteristika der Kindesfürsorge und befasst sich mit Mutter-Kind-Dyad Analysen. Jede zweite Mutter zeigte moderate/schwere Formen der Anämie und des Untergewichts. Methoden der Kindesernährung und der Fürsorge wurden als unzureichend festgestellt. Als besonders gefährdet wurden Kleinkinder (6 bis 11 Monate) eingestuft, da nur jedes vierte Kind die Mindestanforderungen einer adäquaten Ernährung erfüllte (2 bis 3 Mahlzeiten pro Tag und ≥ 4 Nahrungsmittelgruppen pro Tag), und zudem üblicherweise Familiennahrung angeboten wurde (einseitig Reis-basiert, würzig/scharf, schwer zu kauen) anstatt kindgerechter Nahrung. Auf Haushaltsebene muss das Angebot an tierischen Lebensmitteln, Leguminosen, Gemüse und Obst verbessert werden. Zu lange Distanzen zu Lebensmittelmärkten oder mangelnde Bargeldverfügbarkeit waren genannte Gründe warum Mütter

nicht ihren Gemüse- und Obst Konsum steigerten. Mutter-Kind-Paar Analysen zeigten Verbindungen zwischen dem mütterlichen und kindlichen Anämie- und Ernährungsstatus.

Der zweite Artikel (Kapitel 5) erhob die Prävalenz an Anämie und Unterernährung bei Santal Adivasi Kindern, bestimmte unabhängige Prädiktoren für moderate/schwere Anämieformen, beschrieb landwirtschaftliche Vermögenswerte, Existenzgrundlagen, Aspekte der Nahrungsmittelsicherheit und Hygiene, Krankheitsraten, sowie gesundheitsbewusstes Verhalten. Die Ausgangserhebung bestätigte, dass im nationalen Vergleich die Anämieprävalenz als auch die Rate der Unterernährung (ausser wasting) bei Adivasi Kindern höher ist. Die sich abzeichnenden alters-abhängigen Trends der Unterernährung stimmten mit dem weltweiten Timing für Wachstumsverzögerungen überein: HAZ und WAZ scores zeigten eine kontinuierliche Abnahme mit zunehmendem Alter (zunehmende Prävalenz), und WHZ scores hatten den negativen Peak (höchste Prävalenz) während des ersten Lebensjahres des Kindes. Bei der Ausgangsdatenerhebung stand die Geschlechterzugehörigkeit in keiner signifikanten Verbindung zur Anämie oder Unterernährung.

Binäre logistische Regression identifizierte fünf unabhängige Prädiktoren für moderate/schwere Anämie in Kindern (Hb<10g/dl): Kindesalter <24 Monate, niedrige WAZ scores, Krankheit im Kind (Fieber, Durchfall, oder respiratorische Infektion), niedrige mütterliche Hb Konzentrationen, Mangel an diversifizierter Ernährung (niedrige Anzahl an konsumierten Nahrungsmittelgruppen innerhalb der vorherigen 24 Stunden). Kinder <24 months (Altersspanne in welcher die Zuwachsgeschwindigkeit als hoch beschrieben wird) waren am meisten von Anämie betroffen, was mit einer erhöhten Morbiditätsrate und unzureichenden Ernährungspraktiken im jungen Kindesalter assoziiert ist.

Der dritte Artikel (Kapitel 6) ermittelte den Interventionseffekt der drei Studienmahlzeiten auf die Prävention/Behandlung von Anämie (und Unterernährung) in Adivasi Kindern, und identifizierte unabhängige Prädiktoren für das höchste Perzentil der erfolgten Hämoglobinanstiege. IG1 (diversifizierte Mahlzeiten alleinig) zeigte während der Intervention signifikant höhere Hb Konzentrationen im Vergleich zur CG (angepasst für Alter, Hb Konzentrationen der Ausgangserhebung, Zeit zwischen den Einzelerhebungen, und Geschlecht). Mittlere Hb Konzentrationen der IG2 und IG3 blieben hingegen vergleichbar zu CG. Die prä-/post Effekt Analyse der Wachstumsindizes zeigte weniger Einheitlichkeit, die meisten Tendenzen in Bezug auf einen verbesserten Ernährungsstatus (HAZ, WAZ, WHZ) und Reduktion der Morbidität waren jedoch IG3 (diversifizierte Mahlzeiten angereichert mit MNP) zuzuordnen, dies deutet auf die förderliche Rolle einer ganzheitlichen Nährstoffversorgung bei der Bekämpfung von Unterernährung und Infektionskrankheiten hin.

Die mittlere Hb Antwort in den Interventionsgruppen verhielt sich invers zum Ausgangsanämiestatus, was andeutet, dass Nahrungsmittel-orientierte Ansätze größte Effektivität in der Behandlung von moderaten Anämieformen zeigen.

Abschließende Bemerkungen: Erschreckende Prävalenzen an Anämie und Unterernährung zeigten sich bei Adivasi Müttern und Kindern. Um die im Rahmen der Prädiktorenanalyse ermittelten ursächlichen Faktoren der Anämie bei Adivasi Kindern zu adressieren und Unterernährung zu bekämpfen, werden multi-sektorielle programmatische Aktionen mit den Hauptsäulen Ernährung, Landwirtschaft und Gesundheit als zeitnahe Intervention empfohlen bevor das Kind das Alter von zwei Jahren erreicht; begleitet von Aktivitäten im Hygiene und Sanitärbereich. Mutter-Kind-Dyad Analysen bestätigten die Wichtigkeit von gezielten Interventionen für die Mutter als auch das Kind gleichermaßen, um den Intergenerationszyklus von Unterernährung und Armut abzuwenden. Interaktive Schulungen müssen das mütterliche Ernährungswissen verstärken, um eine zeitnahe

Einführung von Beikost als auch die Zubereitung von kindgerechter Nahrung (in Hinblick auf Qualität und Quantität) zu fördern; sowie auf die Umsetzung von responsiven Ernährungsstrategien (frühe Stimulation/Unterstützung) abzielen, um die hohe Anämierate abzuwenden welche insbesondere in den ersten zwei Lebensjahren festgestellt wurde. Mütter bedürfen einer Schulung in Krankheitserkennung und unterstützender Begleitung, um Gesundheitsleistungen in Anspruch zu nehmen bevor Krankheit im Kind schwerwiegend wird.

Ein Mangel an diversifizierter Ernährung war nicht nur ein Prädiktor für Anämie bei der Ausgangserhebung, des Weiteren bestätigte die Niedrig-Dosis-Interventionsstudie, dass eine diversifizierte Ernährung (IG1) eine erfolgreiche nahrungsmittelbasierte Strategie sein kann, um Hb Konzentrationen im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant zu verbessern; und stellt somit einen nützlichen präventiven Ansatz dar ernährungsbedingte Anämieformen bei Santal Adivasi Kindern zu bekämpfen (begleitend zu Eisen-Therapie). Die zusätzliche Anreicherung mit natürlichem Blattpulver (IG2) oder einer angepassten Menge an kommerziellem MNP (IG3) brachte nicht den erwarteten Mehrwert im Vergleich zu der alleinigen Diversifizierung der Studienmahlzeiten (IG1). Dennoch legen die Studienergebnisse nahe, dass der Zusatz von MNP (IG3) vorteilhaft sein könnte, die Rate an Unterernährung und Infektionskrankheiten zu senken.

Eine diversifizierte Nahrungsmittelproduktion auf Haushaltsebene (Feldanbau mit Leguminosen und Ölsaaten, Küchengartenprogramme mit Gemüse und Obst, Kleintierhaltung) könnte eine mögliche lokale Maßnahme darstellen, um die Distanz zu Lebensmittelmärkten zu kompensieren, mit dem Potenzial Einkommen zu generieren; insgesamt also eine vermehrte Diversifizierung der Ernährung zu fördern.